



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ

ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ

ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΔΕΝΔΡΟΚΟΜΙΑΣ

«ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΡΠΟΔΕΣΗΣ ΤΗΣ ΑΜΥΓΔΑΛΙΑΣ ΠΟΙΚ. TEXAS»

«STUDY ON THE FRUIT SET OF ALMOND CV. TEXAS»

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ ΦΟΙΤΗΤΗ : ΚΑΜΗΛΑΡΗΣ ΜΑΡΙΟΣ

ΑΕΜ : 01868

ΕΠΙΒΛΕΠΟΝΤΑΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : ΝΑΝΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή:

1. Γεώργιος Νάνος, Καθηγητής
2. Ευθυμία Λεβίζου, Καθηγήτρια
3. Χρήστος Λύκας, Καθηγητής

ΒΟΛΟΣ, 2025

Ευχαριστίες

Ολοκληρώνοντας την πτυχιακή μου διατριβή θα ήθελα να ευχαριστήσω εκ καρδίας τον επιβλέποντα καθηγητή κ. Γεώργιο Νάνο για την συνεχή και ουσιαστική συμμετοχή του στην πορεία της εργασίας, από το πειραματικό μέρος έως τη συγγραφή, καθώς επίσης και για τις πολύτιμες γνώσεις και συμβουλές που μου παρείχε σε όλο αυτό το χρονικό διάστημα.

Επιπλέον, οφείλω ένα τεράστιο ευχαριστώ στους γονείς μου, Νικόλαο και Παναγιώτα, για την υποστήριξη τους όλα αυτά τα χρόνια. Μεγάλη παράληψη θα ήταν αν δεν αναφερόμουν στους φίλους μου για την αμέριστη συμπαράσταση και βοήθεια που μου προσέφεραν. Σας Ευχαριστώ!

Περιεχόμενα

Κεφάλαιο 1 ^ο : Εισαγωγή.....	- 8 -
1.1 Εισαγωγή	- 8 -
1.2 Γενικά για την αμυγδαλιά	- 9 -
1.2.1 Βοτανική ταξινόμηση	- 9 -
1.2.2 Βοτανικά χαρακτηριστικά	- 9 -
1.2.3 Επικονίαση	- 10 -
1.3 Ποικιλίες	- 11 -
1.3.1 Texas	- 11 -
1.3.2 Ferragnes	- 11 -
1.3.3 Επικονιαστές	- 12 -
1.4 Υποκείμενα	- 12 -
1.5 Ασυμβίβαστο αμυγδαλιάς.....	- 13 -
1.6 Εδαφικές απαιτήσεις.....	- 13 -
1.7 Κλιματικές απαιτήσεις.....	- 14 -
1.8 Προστασία από παγετό	- 15 -
1.9 Καλλιεργητικές τεχνικές.....	- 15 -
1.9.1 Άρδευση	- 16 -
1.9.2 Λίπανση.....	- 16 -
1.9.2.1 Άζωτο (N)	- 17 -
1.9.2.2 Φώσφορος (P)	- 18 -
1.9.2.3 Κάλιο (K).....	- 19 -
1.9.2.4 Ιχνοστοιχεία	- 19 -
1.9.2.4.1 Ψευδάργυρος (Zn)	- 19 -
1.9.2.4.2 Βόριο (B)	- 20 -
1.9.3 Κλάδεμα – Διαμόρφωση	- 20 -
1.9.4 Εχθροί	- 21 -
1.9.5 Ασθένειες	- 21 -
1.10 Συγκομιδή	- 22 -
1.11 Ποιότητα καρπού.....	- 22 -
1.12 Παράγοντες που επηρεάζουν την παραγωγικότητα.....	- 23 -
1.13 Σκοπός εργασίας.....	- 23 -
Κεφάλαιο 2 ^ο : Υλικά και Μέθοδοι.....	- 24 -
2.1 Πειραματικός αγρός.....	- 24 -

2.2 Μεταχειρίσεις.....	- 25 -
2.2.1 1 ^ο μέρος πειράματος.....	- 25 -
2.2.2 2 ^ο μέρος πειράματος.....	- 26 -
2.3 Μετρήσεις αγρού.....	- 27 -
2.4 Υπολογισμός λιπασμάτων	- 28 -
2.5 Μετρήσεις παραλλακτικότητας.....	- 29 -
2.6 Στατιστική ανάλυση	- 29 -
Κεφάλαιο 3 ^ο Αποτελέσματα	- 30 -
3.1 Μετεωρολογικά στοιχεία	- 30 -
3.2 Πειραματικά αποτελέσματα	- 33 -
3.2.1 Στοιχεία 1 ^{ου} μέρους.....	- 33 -
3.2.2 Στοιχεία 2 ^{ου} μέρους.....	- 35 -
3.3 Αποτελέσματα αγρού.....	- 42 -
3.3.1 Όγκος κόμης.....	- 42 -
3.3.1.1 Όγκος κόμης πειραματικών	- 42 -
3.3.1.2 Όγκος κόμης μάρτυρα	- 44 -
3.3.1.3 Όγκος κόμης συνολικά	- 45 -
3.3.2 Επιφάνεια διατομής (TCSA)	- 46 -
3.3.2.1 Επιφάνεια διατομής πειραματικών.....	- 46 -
3.3.2.2 Επιφάνεια διατομής μάρτυρα	- 48 -
3.3.2.3 Επιφάνεια διατομής συνολικά	- 50 -
3.3.3 Παραγωγικότητα.....	- 51 -
3.4 Παραλλακτικότητα	- 53 -
Κεφάλαιο 4 ^ο : Συζήτηση.....	- 55 -
4.1 1ο πειραματικό μέρος που αφορά την παραγωγή σε συνάρτηση με την απόσταση από τον επικονιαστή.....	- 55 -
4.2 2ο πειραματικό μέρος που αφορά την διαφοροποίηση της παραγωγής σε σχέση με την λίπανση.....	- 56 -
Κεφάλαιο 5ο : Συμπεράσματα.....	- 59 -
Βιβλιογραφία	- 60 -
Ελληνική:.....	- 60 -
Διεθνής:	- 60 -

Περιεχόμενα Πινάκων

Πίνακας 1 . 1 Παγκόσμια παραγωγή αμυγδάλων με κέλυφος σε τόνους τα έτη 2000, 2006 και 2009.....	- 8 -
Πίνακας 1 . 2 Ποικιλίες Ferragnes και Texas και οι ιδανικές επικονιάστριες ποικιλίες αυτών..	- 12 -
Πίνακας 1 . 3 Όρια επάρκειας των στοιχείων στο έδαφος για την καλλιέργεια της αμυγδαλιάς.	- 14 -
Πίνακας 2 . 1 Πρόγραμμα χορήγησης λιπασμάτων των πειραματικών δέντρων, μαζί με της ποσότητες χορήγησης.....	- 27 -
Πίνακας 3 . 1. Μετεωρολογικά στοιχεία Φεβρουαρίου με τις μέγιστες - ελάχιστες θερμοκρασίες και τις βροχοπτώσεις ανά ημέρα στον Νομό Κιλκίς.....	- 31 -
Πίνακας 3 . 2. Μετεωρολογικά στοιχεία Μαρτίου με τις μέγιστες - ελάχιστες θερμοκρασίες και τις βροχοπτώσεις ανά ημέρα στον Νομό Κιλκίς.	- 32 -
Πίνακας 3 . 3 Παραγωγή αμυγδάλων σε kg των τεσσάρων γραμμών Α, Β, Δ και Ε στις 10 σειρές τους, το άθροισμα, οι μέσοι όροι και η τυπική απόκλιση της κάθε γραμμής.	- 33 -
Πίνακας 3 . 4 Λιπάσματα και τύπος λιπάσματος, ποσότητες (kg) και εφαρμογές που χρησιμοποιήθηκαν για το πείραμα, το βασικό λίπασμα χορηγήθηκε μόνο στον μάρτυρα, ενώ όλα τα υπόλοιπα χορηγήθηκαν στα πειραματικά δέντρα.	- 38 -
Πίνακας 3 . 5 Ποσότητες θρεπτικών μονάδων (kg) για κάθε λίπασμα ανά δέντρο, με το βασικό λίπασμα να χορηγήθηκε στον μάρτυρα, ενώ τα υπόλοιπα 2-6 χορηγήθηκαν στα πειραματικά δέντρα.....	- 38 -
Πίνακας 3 . 6 Συνολική ποσότητα μονάδων N, P ₂ O ₅ και K ₂ O (kg) που χρησιμοποιήθηκαν ανά μεταχείριση για κάθε δέντρο μεταχείρισης.	- 39 -
Πίνακας 3 . 7 Ποσότητες μονάδων N, P ₂ O ₅ και K ₂ O που χρησιμοποιήθηκαν στα δέντρα του μάρτυρα και των πειραματικών σε σχέση με τις ανάγκες που χρειάζονται.....	- 39 -
Πίνακας 3 . 8 Κόστος μεταχείρισης για κάθε λίπασμα που χορηγήθηκε στα δέντρα για κάθε δέντρο.....	- 40 -
Πίνακας 3 . 9 Συνολικό κόστος λιπασμάτων ανά μεταχείριση του μάρτυρα και των πειραματικών δέντρων, εκφρασμένο σε €.	- 41 -
Πίνακας 3 . 10 Κέρδος στις δύο μεταχειρίσεις των 20 δέντρων που απαρτίζουν τον μάρτυρα και τα πειραματικά αν η παραγωγή πουληθεί σε ψίχα ή σε κέλυφος με βάση το κόστος λιπασμάτων.....	- 41 -
Πίνακας 3 . 11 Υπολογισμός του όγκου κόμης της γραμμής Α των πειραματικών δέντρων με βάση το ύψος κόμης και τις διαμέτρους επί της γραμμής και της σειράς σε m ³ , τους μέσους όρους κάθε στοιχείου και τις τυπικές αποκλίσεις.	- 42 -
Πίνακας 3 . 12 Υπολογισμός του όγκου κόμης της γραμμής Β των πειραματικών δέντρων με βάση το ύψος κόμης και τις διαμέτρους επί της γραμμής και της σειράς σε m ³ , τους μέσους όρους κάθε στοιχείου και τις τυπικές αποκλίσεις.	- 43 -
Πίνακας 3 . 13 Υπολογισμός του όγκου κόμης της γραμμής Δ του μάρτυρα με βάση το ύψος κόμης και τις διαμέτρους επί της γραμμής και της σειράς σε m ³ , τους μέσους όρους κάθε στοιχείου και τις τυπικές αποκλίσεις.....	- 44 -
Πίνακας 3 . 14 Υπολογισμός του όγκου κόμης της γραμμής Ε του μάρτυρα με βάση το ύψος κόμης και τις διαμέτρους επί της γραμμής και της σειράς σε m ³ , τους μέσους όρους κάθε στοιχείου και τις τυπικές αποκλίσεις.....	- 44 -

Πίνακας 3 . 15 Όγκος κόμης των τεσσάρων γραμμών Α, Β, Δ και Ε του πειραματικού αγρού σε m ³ , μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις για κάθε γραμμή.....	- 45 -
Πίνακας 3 . 16. Υπολογισμός της TCSA της γραμμής Α του πειράματος των πειραματικών δέντρων με βάση την διάμετρο του κορμού στα 30cm πάνω από το έδαφος σε cm ² , οι μέσοι όροι και οι τυπικές αποκλίσεις τους.	- 46 -
Πίνακας 3 . 17. Υπολογισμός της TCSA της γραμμής Β του πειράματος των πειραματικών δέντρων με βάση την διάμετρο του κορμού στα 30cm πάνω από το έδαφος σε cm ² , οι μέσοι όροι και οι τυπικές αποκλίσεις τους.	- 47 -
Πίνακας 3 . 18. Υπολογισμός της TCSA της γραμμής Δ του πειράματος του μάρτυρα με βάση την διάμετρο του κορμού στα 30cm πάνω από το έδαφος σε cm ² , οι μέσοι όροι και οι τυπικές αποκλίσεις τους.....	- 48 -
Πίνακας 3 . 19. Υπολογισμός της TCSA γραμμής Ε του πειράματος του μάρτυρα με βάση την διάμετρο του κορμού στα 30cm πάνω από το έδαφος σε cm ² , οι μέσοι όροι και οι τυπικές αποκλίσεις τους.....	- 49 -
Πίνακας 3 . 20. Παρουσιάζονται οι επιφάνειες διατομής των πειραματικών δέντρων σε cm ² , οι μέσοι όροι και οι τυπικές αποκλίσεις.....	- 50 -
Πίνακας 3 . 21 Η παραγωγικότητα του κάθε δέντρου των γραμμών Α, Β, Δ και Ε σε g καρπού ανά m ³ όγκου κόμης, μαζί με τους μέσους όρους και τις τυπικές αποκλίσεις τους.	- 51 -
Πίνακας 3 . 22 Η παραγωγικότητα του κάθε δέντρου των γραμμών Α, Β, Δ και Ε σε g καρπού ανά cm ² TCSA, μαζί με τους μέσους όρους και τις τυπικές αποκλίσεις τους.	- 52 -
Πίνακας 3 . 23 Η παραλλακτικότητα εκφρασμένη επί τις εκατό στον πειραματικό αγρό, για τις παραμέτρους ύψος, TCSA και όγκου κόμης, της κάθε γραμμής ξεχωριστά, καθώς και ο μέσος όρος για την κάθε παράμετρο.	- 53 -

Περιεχόμενα Διαγραμμάτων

Διάγραμμα 3 . 1 Παραγωγή σε kg αμυγδάλων των τεσσάρων σειρών Α, Β, Δ και Ε σε συνάρτηση με την απόσταση από τον επικονιαστή, όπου το 1 δηλώνει ότι βρίσκεται ακριβώς μια σειρά μετά τον επικονιαστή και 10 το πιο απομακρυσμένο από αυτόν.	- 34 -
Διάγραμμα 3 . 2 Συνολική παραγωγή σε kg αμυγδάλων των τεσσάρων γραμμών Α, Β, Δ και Ε της κάθε σειράς απομακρυσμένες από τον επικονιαστή, με το 1 να δηλώνει την σειρά που βρίσκεται ακριβώς δίπλα στον επικονιαστή.	- 35 -
Διάγραμμα 3 . 3 Συνολική παραγωγή σε kg αμυγδάλων των γραμμών Α, Β, Δ, Ε ξεχωριστά, αλλά και την συνολική παραγωγή των πειραματικών (Α και Β) και του μάρτυρα (Δ και Ε). ...	- 36 -
Διάγραμμα 3 . 4 Αποτύπωση της συνολικής παραγωγής επί τις % των γραμμών Α, Β, Δ και Ε του πειραματικού αγρού.	- 37 -
Διάγραμμα 3 . 5 Αποτύπωση της συνολικής παραγωγής του πειραματικού αγρού επί τις % στα δέντρα του μάρτυρα και των πειραματικών.	- 37 -

Περιεχόμενα Εικόνων

Εικόνα 2 . 1 Πειραματικό σχέδιο αγρού 1ου μέρους. Απεικονίζονται με μαύρα τετράγωνα τα δέντρα αμυγδαλιάς ποικιλίας Texas, με το Ε ο επικονιαστής, με Χ τα δέντρα που δεν χρησιμοποιήθηκαν και με Μ η τοποθεσία των μελισσιών.	- 25 -
Εικόνα 2 . 2 Πειραματικό σχέδιο αγρού 2ου μέρους. Απεικονίζονται με μαύρα τετράγωνα τα δέντρα αμυγδαλιάς ποικιλίας Texas, οι σειρές Α και Β είναι τα πειραματικά δέντρα με εναλλακτική λίπανση, οι σειρές Δ και Ε είναι τα δέντρα μάρτυρες με βασική λίπανση, με το Ε ο επικονιαστής και με Χ τα δέντρα που δεν χρησιμοποιήθηκαν.	- 26 -

Περίληψη

Μελετήθηκε η απόσταση από το δέντρο που θεωρείται επικονιαστής και η εναλλακτική λίπανση ως μέθοδοι αύξησης της παραγωγικότητας ξηρικού ώριμου αμυγδαλεώνα στην περιοχή Μεταλλικού Κιλκίς. Μελίσσια τοποθετήθηκαν στο 1^ο και στο 6^ο δέντρο από τον επικονιαστή. Μετρήθηκε η παραγωγή ανά δέντρο και ανά μονάδα διατομής κορμού ή ανά μονάδα όγκου κόμης σε δέντρα που απομακρύνονταν από τον επικονιαστή από μία έως δέκα σειρές. Επίσης έγινε ορθολογική λίπανση σε δύο σειρές δέντρων με τμηματική χορήγηση των λιπαντικών σκευασμάτων ανάλογα τις βροχοπτώσεις και με εφαρμογές διαλυμένου λιπάσματος σε νερό ανά δέντρο. Η παραγωγή ανά δέντρο δεν διαφοροποιήθηκε με την απόσταση από τον επικονιαστή, που ίσως οφείλεται στην ύπαρξη των μελισσών ή σε διαφορετική εδαφική σύσταση και υγρασία του εδάφους ανάλογα τη θέση του κάθε δέντρου. Τα θρεπτικά που εφαρμόστηκαν στην ορθολογική λίπανση ήταν αρκετά περισσότερα του μάρτυρα και το κόστος τους τριπλάσιο από το κόστος λίπανσης του μάρτυρα. Όμως, η ορθολογική λίπανση αύξησε την παραγωγή αμυγδάλων κατά 38%, και το κέρδος από την πώληση των αμυγδάλων κατά έως 25% (πώληση αμύγδαλα με κέλυφος) ή κατά έως 30% (πώληση ως ψίχα). Αλλά, τα δέντρα που εφαρμόστηκε ορθολογική λίπανση είχαν μεγαλύτερο όγκο κόμης από τα δέντρα του μάρτυρα, που μπορεί να είχαν σαν αποτέλεσμα την αυξημένη παραγωγή ανά δέντρο που καταγράφηκε. Μετά τον υπολογισμό της παραγωγικότητας των δέντρων (γραμμάρια καρπών ανά cm² επιφάνειας διατομής κορμού) και πάλι τα δέντρα της ορθολογικής λίπανσης είχαν σημαντικά υψηλότερη παραγωγικότητα από τα δέντρα του μάρτυρα. Επομένως, η καρπόδεση αμυγδάλων δεν φάνηκε να επηρεάζεται από την απόσταση από το δέντρο επικονιαστή, αλλά από την ύπαρξη μελισσών και πιθανούς άλλους παράγοντες. Ακόμα, η ορθολογική λίπανση με την εφαρμογή αρκετών δόσεων και ποσότητας των κύριων μακροθρεπτικών αύξησε σημαντικά την παραγωγή καρπών, την παραγωγικότητα και το κέρδος από την πώληση των αμυγδάλων για τον παραγωγό, που όμως μπορεί να οφείλεται εν μέρει και στο μέγεθος της κόμης των δέντρων.

Κεφάλαιο 1^ο: Εισαγωγή

1.1 Εισαγωγή

Η αμυγδαλιά αναφέρεται έως ένα από τα αρχαιότερα δέντρα που καλλιεργήθηκε στην Μεσογειακή ζώνη και σήμερα παρουσιάζει ένα παγκόσμιο οικονομικό ενδιαφέρον για την διατροφική αξία του (Takeoka et al. 2000, Amico et al. 2006).

Η αμυγδαλιά ανήκει στην κατηγορία των ξηρών καρπών, μαζί με άλλες δενδρώδεις καλλιέργειες όπως η καρυδιά, φουντουκιά, καστανιά κ.ά. Οι καρποί της αμυγδαλιάς όταν συγκομίζονται υπόκεινται σε ξήρανση και πωλούνται με δύο τρόπους, με το κέλυφος είτε ως ψίχα (Βασιλακάκης, 2016).

Η καλλιέργεια της αμυγδαλιάς ανά τον κόσμο παρουσιάζει μια ελαφρώς αύξηση σε ορισμένες χώρες τις χρονιές 2000 και 2006, και το έτος 2009 οι ΗΠΑ κατέχουν το 80% της παγκόσμιας παραγωγής, διπλασιάζοντας μέσα σε μία δεκαετία την παραγωγή τους, όπως φαίνεται και στον (Πίνακας 1 . 1) (Θεριός 2013, Δημάση-Θεριού, 2013).

Πίνακας 1 . 1 Παγκόσμια παραγωγή αμυγδάλων με κέλυφος σε τόνους τα έτη 2000, 2006 και 2009.

Χώρα	2000	2006	2009
ΗΠΑ	533.000	715.623	1.162.000
Ισπανία	225.217	220.000	276.100
Συρία	62.288	119.648	97.002
Τουρκία	47.000	43.285	54.844
Ιταλία	104.755	112.796	-
Κίνα	-	-	35.000
Ελλάδα	50.956	47.088	11.554

Οι ποικιλίες που καλλιεργούνται κατά κύριο λόγο στην Ελλάδα είναι οι Texas και οι Ferragnes με πολύ καλές αποδόσεις (Μπρουσοβάνας, 1983). Οι δύο αυτές ποικιλίες καλύπτουν τις ανάγκες τις αγοράς και για άμεση κατανάλωση, κυρίως η Ferragnes, και για την μεταποίηση τροφίμων, κυρίως τα αμύγδαλα της Texas (Wirthensohn et al. 2010).

Η καρπόπτωση είναι ένα από τα σοβαρά προβλήματα που παρουσιάζονται στην αμυγδαλιά την περίοδο Μαΐου – Ιουνίου, η οποία όψιμη αυτή καρπόπτωση οφείλεται σε ζημιά από ευρύτομο, σε τροφικά αίτια ή και σε επιβλαβής κλιματικές συνθήκες για την αμυγδαλιά. Ωστόσο, στην Βόρεια Ελλάδα παρατηρείται και μια καρπόπτωση που εκδηλώνεται νωρίτερα την περίοδο Απριλίου – Μαΐου (Στυλιανίδης, 1972).

Η αμυγδαλιά έχει σημαντικές απαιτήσεις σε Άζωτο και Κάλιο, διότι τα σπέρματα έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη. Επίσης, απαιτεί σημαντική ποσότητα νερού, αν και ανθεκτική στην ξηρασία, καθώς έλλειψη σε νερό προκαλεί προβλήματα συρρίκνωσης της ψίχας, καθώς και καρπόπτωση (Θεριός 2013, Δημάση-Θεριού, 2013).

1.2 Γενικά για την αμυγδαλιά

Η αμυγδαλιά ανήκει στην οικογένεια των πυρηνόκαρπων δενδροκομικών καλλιεργειών και συγκεκριμένα στην κατηγορία των ξηρών καρπών μαζί με άλλες όπως η καρυδιά, η φουντουκιά και άλλες (Βασιλακάκης, 2016). Η προέλευση της αμυγδαλιάς, με βάση τους επιστήμονες, είναι από την Δυτική Ασία, όπου καλλιεργούνταν για πολλά χρόνια και από εκεί μεταφέρθηκε στην Ελλάδα, Ευρώπη, Βόρεια Αφρική και μετέπειτα στην Αμερική (Galanopoulos κ.ά., 1999, Sekliziotis, 2005).

1.2.1 Βοτανική ταξινόμηση

Σύμφωνα με τους ταξινομιστές η αμυγδαλιά ανήκει στην Τάξη Rosales, στην Οικογένεια Rosaceae, γένους *Prunus* (υπογένος *Amygdalus*) και είδους *P. dulcis*. Συνώνυμα του είδους *P. dulcis* είναι *Prunus amygdalus* Batsch, *Amygdalus communis* L. ή *Amygdalus dulcis* Mill (Θεριός 2013, Δημάση-Θεριού, 2013).

1.2.2 Βοτανικά χαρακτηριστικά

Το ύψος της αμυγδαλιάς κυμαίνεται από 4-7 μ. ανάλογα την ποικιλία και το υποκείμενο, είναι βαθύριζο με πασσαλώδη ρίζα δίνοντας του μεγάλη αντοχή στην ξηρασία. Η εμφάνιση των οφθαλμών γίνεται σε κάθε γόνατο και φέρει 1-3, όπου ονομάζονται και ως παράπλευροι. Επίσης, οι ανθοφόροι οφθαλμοί συγκριτικά με τους βλαστοφόρους είναι πιο διογκωμένοι και παράγουν ένα οφθαλμό ανά άνθος. Τα φύλλα της αμυγδαλιάς έχουν ανοιχτό πράσινο χρώμα, σχήμα λογχοειδές και δεν φέρουν τρίχες (Βασιλακάκης και Θεριός, 1994, Θεριός 2013, Δημάση-Θεριού, 2013).

Τα άνθη εντοπίζονται σε ετήσιους βλαστούς ή σε ροζέτες, έχουν λευκό ή λευκορόδινο χρώμα, είναι μονήρη και περίγυνα. Κάθε άνθος έχει 5 σέπαλα και πέταλα, 30 στήμονες και 1 ύπερο με 2 σπερμοβλάστες, όπου η μία κυρίως δίνει σπέρμα, ενώ σε εξαιρέσεις δίνουν και οι δύο και παράγουν διπλά σπέρματα (Θερίος 2013, Δημάση-Θεριού, 2013).

Η αμυγδαλιά ανθίζει νωρίς την άνοιξη και η εποχή άνθισης της κάθε ποικιλίας εξαρτάται, αρχικά, από την ποικιλία και από το μέρος όπου καλλιεργείται. Συγκεκριμένα, από στοιχεία για την εποχή άνθισης της αμυγδαλιάς αναφέρεται ότι η Texas (Mission) ανθίζει περίπου στις 10 Μαρτίου, ενώ η Ρέτσου και η Ferragnes 3 και 7 μέρες αργότερα, αντίστοιχα (Θερίος 2013, Δημάση-Θεριού, 2013). Για την επίτευξη της καρπόδεσης στην αμυγδαλιά απαραίτητη προϋπόθεση είναι η επικονίαση της μέσω εντόμων, όπως θα αναλυθεί σε παρακάτω κεφάλαιο (Kester & Griggs, 1959).

Ο καρπός της αμυγδαλιάς είναι δρύπη με τρυφερό πράσινο δερματώδες περικάρπιο που με την ωρίμανση αποκτά κιτρινο-καφετί χρώμα σχίζεται και απελευθερώνεται το ενδοκάρπιο (Βασιλακάκης, 2016). Ανάλογα την σκληρότητα του ενδοκαρπίου οι ποικιλίες κατατάσσονται σε σκληροκέλυφες, ημίσκληρες και απαλοκέλυφες, οι οποίες θα συζητηθούν παρακάτω (Θερίος 2013, Δημάση-Θεριού, 2013).

1.2.3 Επικονίαση

Σύμφωνα με τους Kester και Griggs (1959), ανεξαρτήτως της καλλιεργούμενης ποικιλίας για να φτάσει τα επίπεδα της καρπόδεσης στο 25-40% είναι αναγκαία η αποτελεσματική επικονίαση, η οποία επιτυγχάνεται μέσω εντόμων (Kester & Griggs, 1959). Οι περισσότερες ποικιλίες που καλλιεργούνται είναι αυτόστειρες, οπότε για την καρπόδεση συνίσταται σταυρογονιμοποίηση με κατάλληλες επικονιάστριες ποικιλίες, οι οποίες θα ανθίζουν ταυτόχρονα με την κύρια ποικιλία και θα φέρουν διαφορετικά γονίδια S για την αποφυγή του φαινομένου του ασυμβίβαστου (Θερίος 2013, Δημάση-Θεριού, 2013).

Συνεπώς, κατά την άνθιση απαραίτητη καλλιεργητική πρακτική είναι η εισροή κυψελών με μέλισσες, έτσι ώστε να αποκτήσει τα μέγιστα επίπεδα καρπόδεσης (Godini et al. 1991). Ωστόσο, πέρα από την προσθήκη μελισσιών, πρέπει ήδη ο παραγωγός να έχει λάβει υπόψη του κάποιες προϋποθέσεις. Η καλλιεργούμενη

ποικιλία (ή ποικιλίες) να μπορεί να συνδυαστεί με έναν ή περισσότερους δωρητές γύρης, επικονιάστριες ποικιλίες, οι οποίοι θα είναι κατανεμημένοι στον οπωρώνα, ώστε να επιτευχθεί ορθότερα η σταυρεπικονίαση. Η επικονίαση δεν μπορεί να επιτευχθεί όταν στην περιοχή επικρατούν ισχυροί άνεμοι μεγαλύτεροι των 25 χιλ./ώρα και με θερμοκρασίες μικρότερες των 12°C, καθώς οι μέλισσες παύουν να πετούν (Θεριός 2013, Δημάση-Θεριού, 2013).

1.3 Ποικιλίες

Οι ποικιλίες της αμυγδαλιάς μπορούν να ταξινομηθούν σε διάφορες κατηγορίες όπως η εποχή άνθισης τους, όπου κατατάσσονται σε πρωϊμανθείς και οψιμανθείς, την περιεκτικότητα του καρπού σε ψίχα και με βάση την σκληρότητα του κελύφους, όπως έχει προαναφερθεί (Θεριός 2013, Δημάση-Θεριού, 2013). Οι κύριες ποικιλίες που καλλιεργούνται στην Ελλάδα αλλά και στην περιοχή της Μεσογείου είναι η «Ferragnes» και η «Texas» (Mission) (Alonso-Segura et al, 2007).

Ποικιλίες με σκληρό κέλυφος είναι η Truoito, η Ferragnes, η Ferraduel, και από ελληνικές τοπικές ποικιλίες τα Ροδακινάτα Κύμης, τα Τσιγγέλια και άλλες. Σημαντική ποικιλία θεωρείτε η Ferragnes. Στις ημίσκληρες ποικιλίες ανήκουν οι Texas και Tuono. Τέλος, η Ρέτσου, τα Αφράτα Χίου, η Lauranne και η Marinada, αποτελούν τις απαλοκέλυφες ποικιλίες (Θεριός 2013, Δημάση-Θεριού, 2013).

1.3.1 Texas

Είναι η ποικιλία που καλλιεργείται περισσότερο στην Ελλάδα, δίνει πολύ καλά αποτελέσματα στην Βόρεια Ελλάδα και η προέλευση της είναι από την Αμερική. Θεωρείται οψιμανθής και παράγει καρπό μέτριου μεγέθους με αναλογία ψίχας έως 45%, ο οποίος συγκομίζεται στα μέσα Σεπτεμβρίου. Τα προβλήματα που εντοπίζονται στην ποικιλία αυτή είναι το υψηλό ποσοστό σε διπλά σπέρματα, η μη παρασιτική νέκρωση των πλάγιων οφθαλμών και η μεγάλη πιθανότητα για καρπόπτωση αργά την άνοιξη. Μελέτες έχουν δείξει ότι η Ρέτσου και η Truoito είναι καλοί επικονιαστές της Texas (Νάνος, 2019).

1.3.2 Ferragnes

Η προέλευση της ποικιλίας είναι από την Γαλλία, και καλλιεργείται σε όλη την Μεσόγειο. Η ποικιλία αυτή είναι όψιμη, ανθίζει περίπου 7 μέρες μετά την Texas, ζωνή με υψηλή παραγωγικότητα και μπαίνει γρήγορα σε καρποφορία. Οι καρποί, όπως προαναφέρθηκε, είναι σκληροί με μέτριο προς μεγάλο μέγεθος με αναλογία

ψίχας έως 34,2%, οι οποίοι συγκομίζονται περίπου 9 μέρες πριν την Texas. Εντοπίζεται και εδώ η καρπόπτωση τον Απρίλιο με Μάιο καθώς και το φαινόμενο της παρηνιαυτοφορίας. Ωστόσο, έχει μεγάλη ανθεκτικότητα στις ασθένειες όπως το πολύστιγμα, στο ευρύτομο και λιγότερο στη μονίλια (Νάνος, 2019).

1.3.3 Επικονιαστές

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, οι βασικές ποικιλίες είναι η Texas και η Ferragnes, και οι κύριες επικονιάστριες ποικιλίες τους αναφέρονται στο παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 1 . 2 Ποικιλίες Ferragnes και Texas και οι ιδανικές επικονιάστριες ποικιλίες αυτών.

Κύρια Ποικιλία	Επικονιαστές
Ferragnes	Ρέτσου, Ferraduel
Texas	Ρέτσου, Truoito

Η Ρέτσου πρόκειται για μια ελληνική ποικιλία κατάλληλη για την Βόρεια Ελλάδα καθώς είναι οψιμανθής. Θεωρείται επικονιάστρια ποικιλία και της Texas και της Ferragnes, καθώς ανθίζει λίγες μέρες μετά την Texas. Η Ρέτσου είναι ποικιλία που καρποφορεί γρήγορα, πάρα πολύ και κάθε χρόνο, έχει αντοχή στην ξηρασία και στο ασβέστιο, ωστόσο είναι πολύ ευαίσθητη στην μονίλια και στη σκωρίαση (Βασιλακάκης, 2016).

Η Ferraduel όπως και η Ρέτσου είναι ανθεκτική στην ξηρασία, αλλά ευαίσθητη στο ευρύτομο και έχει τάση παρηνιαυτοφορίας. Αναφέρεται ως οψιμανθής σκληροκέλυφη ποικιλία και επικονιάστρια της Ferragnes. Η Truoito είναι μια άλλη σκληροκέλυφη ποικιλία, Ιταλική, αυτογόνιμη και οψιμανθής. Είναι παραγωγική ποικιλία, ανθεκτική σε ξηρασία και στη σκωρίαση, αλλά ευπαθής στην μονίλια, στο πολύστιγμα και στο ευρύτομο (Βασιλακάκης, 2016).

1.4 Υποκείμενα

Ο πολλαπλασιασμός της αμυγδαλιάς γίνεται με σπόρο και εμβολιασμό ή κλωνικά υποκείμενα και εμβολιασμό της κατάλληλης ποικιλίας. Τα υποκείμενα της αμυγδαλιάς μπορεί να προέρχονται από σπορόφυτα αμυγδαλιάς και ροδακινιάς, υβρίδια ροδακινιάς με αμυγδαλιάς και δαμασκηνιάς Marianna (Θεριός 2013, Δημάση-Θεριού, 2013). Τα κύρια υποκείμενα που χρησιμοποιούνται στην Ελλάδα

είναι το σπορόφυτο αμυγδαλιάς και το υβρίδιο αμυγδαλοροδακινιάς GF677(Νάνος, 2019).

Τα σπορόφυτα αμυγδαλιάς διατηρούνται για πολλά χρόνια, είναι ζωηρά και έχουν μεγάλες αντοχές στην ξηρασία και στα ασβεστούχα εδάφη. Συνεπώς, είναι κατάλληλα για ξηρικές καλλιέργειες ή και αρδευόμενες σε φτωχά χαλκώδη ή αμμώδη εδάφη. Ωστόσο, προσβάλλονται από ασθένειες λαιμού και ριζών, βακτηριακό καρκίνο και δεν αντέχουν στα βαριά εδάφη (Νάνος, 2019).

Το υποκείμενο GF677 είναι και αυτό ζωηρό με πολύ καλή αντοχή στα ασβεστούχα εδάφη και καλύτερη αντοχή στην ξηρασία από τα σπορόφυτα. Ένα άλλο πλεονέκτημα είναι ότι μπαίνουν οι ποικιλίες που αναπτύσσονται πάνω στα υποκείμενα αυτά γρηγορότερα σε καρποφορία. Βέβαια έχει μεγάλη ευαισθησία στους νηματώδεις (Νάνος, 2019).

1.5 Ασυμβίβαστο αμυγδαλιάς

Το φαινόμενο του ασυμβίβαστου που παρεμποδίζει την ορθή λειτουργία της επικονίασης, και ελέγχεται γενετικά από ένα απλό γονίδιο με πολλαπλά αλληλόμορφα. Διακρίνεται σε δύο κατηγορίες, το αυτοασυμβίβαστο, όπου η γύρη ίδιου άνθους ή ποικιλίας δεν γονιμοποιεί τον ύπερο, και το σταυροασυμβίβαστο, όπου η γύρη άλλης ποικιλίας δεν γονιμοποιεί τον ύπερο (Θερίος 2013, Δημάση-Θεριού, 2013).

Οι περισσότερες ποικιλίες της αμυγδαλιάς είναι αυτόστειρες και απαιτούνται κατάλληλες επικονιάστριες ποικιλίες και επικονιαστές, όπως η μέλισσα, για την ορθή επικονίαση και κατά επέκταση την καρπόδεση. Ωστόσο, ποικιλίες όπως η Truoito και η Tuono είναι αυτογόνιμες, χαρακτηριστικό επιθυμητό διότι ανθίζει νωρίς την άνοιξη αποφεύγοντας τις μη ευνοϊκές καιρικές συνθήκες για σταυρεπικονίαση από τις μέλισσες σε σχέση με τις αυτόστειρες (Βασιλακάκης, 2016). Λόγω των πλεονεκτημάτων που έχουν οι αυτογόνιμες ποικιλίες έναντι των αυτόστειρων γίνονται προσπάθειες δημιουργίας και άλλων αυτογόνιμων ποικιλιών, όπως οι Vairo και Belona (Felipe, 2007).

1.6 Εδαφικές απαιτήσεις

Η καλλιέργεια της αμυγδαλιάς ευδοκimeί σε ευρεία ποικιλία εδαφών. Είναι ανθεκτική στην ξηρασία και στην παρουσία ασβεστίου, ωστόσο δίνει μειωμένες

αποδόσεις. Αναπτύσσεται καλά σε ελαφρά, γόνιμα, καλά αποστραγγιζόμενα και αρδευόμενα εδάφη, όπου δίνουν και τις μεγαλύτερες αποδόσεις (Κέκε, 2013). Η διαφοροποίηση με άλλα οπωροφόρα δέντρα είναι ότι, με την ορθή χρήση άρδευσης και λίπανσης, η αμυγδαλιά μπορεί να καλλιεργηθεί σε εδάφη που δεν θα μπορούσαν τα άλλα οπωροφόρα. Τέλος, για τον προσδιορισμό καταλληλότητας του εδάφους θα πρέπει να ελέγχεται ο κίνδυνος από σηψιρριζίες και άλλες εδαφογενείς ασθένειες από τις προηγούμενες καλλιέργειες (Νάνος, 2019).

Τα όρια των εδαφών όπου μπορεί να καλλιεργηθεί η αμυγδαλιά φαίνονται στον παρακάτω.

Πίνακας 1 . 3 Όρια επάρκειας των στοιχείων στο έδαφος για την καλλιέργεια της αμυγδαλιάς.

	Χαμηλή	Μέση	Υψηλή	Πολύ Υψηλή
Ηλεκτρική Αγωγιμότητα	<1000	1000-2500	>2500	
Φώσφορο, mg/kg	<10	10 -25	25 -50	>50
Ανταλλάξιμο Κάλιο cmol/kg	<0.4	0.4-0.6	0.6 - 2	>2
Ανταλλάξιμο Μαγνήσιο cmol/kg	< 0.5	0.5 -2.5	>2.5	
Εκχυλίσσιμο Βόριο, mg/kg	0.2 -0.5	0.5 - 1	1 - 2	>2
*N03 -N, mgN03 - N/kg:	<10	10 -20	20 -30	>30
	Ανεπαρκής	Οριακή	Επαρκής	
Εκχυλίσσιμος Χαλκός, mg/kg	<0,2		>0,2	
Εκχυλίσσιμος Σίδηρος, mg/kg	<2.5	2.5-4.5	>4.5	
Εκχυλίσσιμο Μαγγάνιο, mg/kg	<1		>1	
Εκχυλίσσιμος Ψευδάργυρος, mg/kg	<0.5	0.5 -1	>1	

Πηγή: Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, 2015.

1.7 Κλιματικές απαιτήσεις

Η αμυγδαλιά αναπτύσσεται κυρίως σε ξηρά και θερμά κλίματα, καθώς η άνθιση της γίνεται νωρίς την άνοιξη, ενώ περιοχές που προσβάλλονται από παγετούς πρέπει να αποφεύγονται. Για τους λόγους αυτούς, στην Β. Ελλάδα καλό είναι να καλλιεργούνται οψιμανθής ποικιλίες (Νάνος, 2019).

Οι απαιτήσεις της αμυγδαλιάς σε χαμηλές θερμοκρασίες, κάτω των 7°C, κατά την περίοδο διακοπής του λήθαργου των οφθαλμών της είναι περιορισμένες και υπολογίζονται για τις περισσότερες ποικιλίες περίπου στις 250-300 ώρες. Ενώ για θερμοκρασίες 10 ή 14°C ο λήθαργος διακόπτεται σε περισσότερες από 400 ώρες (Βασιλακάκης, 2016). Όταν η θερμοκρασία πέσει στους -4°C για μισή ώρα κατά την περίοδο της ανθοφορίας, μπορεί να ζημιώσει σε ποσοστό 20-100% τα άνθη ανάλογα την ποικιλία. Ενδεικτικό είναι ότι οι υψηλές θερμοκρασίες μαζί με μη άρδευση το καλοκαίρι προκαλούν συρρίκνωση της ψίχας (Κέκε, 2013).

Κατά την βλαστική περίοδο θα πρέπει να επικρατεί ζέστη, χωρίς βροχοπτώσεις και υψηλή ατμοσφαιρική υγρασία. Ενώ, η υψηλή ατμοσφαιρική υγρασία και οι βροχοπτώσεις κατά την άνθηση περιορίζουν την δραστηριότητα των μελισσών, άρα και της σταυρεπικονίασης, με συνέπεια την μείωση της παραγωγής, αλλά και την προσβολή των ανθέων από μονύλια (Ποντικής, 1997, Θεριός, 2013).

1.8 Προστασία από παγετό

Ένα σύνηθες πρόβλημα που εντοπίζεται σε αμυγδαλεώνες στις βόρειες περιοχές, όπου μπορεί να υπάρχουν ανοιξιότικοι παγετοί, είναι η καταστροφή των ανθέων και των καρπιδίων από παγετό. Αν και η αμυγδαλιά είναι αρκετά ανθεκτική σε θερμοκρασίες κάτω του μηδενός όταν βρίσκεται σε λήθαργο, αυτό δεν συμβαίνει και όταν αυτές ανθίσουν (Integrated pest management for almonds 1985). Για την μείωση των επιπτώσεων από τον παγετό προτείνεται να τοποθετηθεί ένα σύστημα ψεκασμού με νερό κάτω από τα δέντρα κατά την περίοδο της άνθησης με σκοπό την προστασία των ανθέων. Η τεχνική αυτή όμως ελλοχεύει κινδύνους, όπως η ανάπτυξη ασθενειών λόγω της συνεχούς διαβροχής, ενώ σε περίπτωση κακής ικανότητας του εδάφους σε αποστράγγιση μπορεί να δημιουργήσει συνθήκες έλλειψης οξυγόνου της ρίζας και σήψεις (Νάνος, 2019).

1.9 Καλλιεργητικές τεχνικές

Οι καλλιεργητικές φροντίδες σε ώριμες αμυγδαλιές αφορούν τις διεργασίες που πρέπει να κάνει ο παραγωγός, έτσι ώστε να έχει την βέλτιστη παραγωγή και την καλύτερη ποιότητα καρπών. Οι φροντίδες αυτές είναι η άρδευση, η λίπανση, το κλάδεμα, η καταπολέμηση ζιζανίων καθώς και η καταπολέμηση εχθρών και ασθενειών που προσβάλουν την αμυγδαλιά (Νάνος, 2019).

1.9.1 Άρδευση

Οι ετήσιες αρδευτικές απαιτήσεις της αμυγδαλιάς κυμαίνονται από 150-200 m³/στρέμμα, οι οποίες εφαρμόζονται από τα τέλη Απριλίου μέχρι τα τέλη Σεπτεμβρίου. Οι ποσότητες αυτές εφαρμόζονται όταν δεν καλύπτονται με τις βροχοπτώσεις, και ποικίλουν ανάλογα με το περιβάλλον. Οι μεγαλύτερες απαιτήσεις εντοπίζονται τους καλοκαιρινούς μήνες, όπου οι καρποί αναπτύσσουν την ψίχα, φτάνουν μέχρι το στάδιο ωρίμανσης της και τον Ιούνιο διαμορφώνουν το τελικό μέγεθος του καρπού (Νάνος, 2019).

Η αμυγδαλιά αν και αντέχει την ξηρασία, περισσότερο από όλα τα άλλα πυρηνόκαρπα, η μη άρδευση της μπορεί να προκαλέσει μείωση της απόδοσης καθώς και συρρίκνωση της ψίχας (Βασιλακάκης, 2016). Επίσης, έλλειψη υγρασίας μειώνει αισθητά το ποσοστό διαφοροποίησης των ανθοφόρων οφθαλμών και προκαλεί έντονες καρποπτώσεις. Γενικότερα, οι αμυγδαλεώνες επηρεάζονται τόσο το έτος παραγωγής όσο και το επόμενο έτος από την έλλειψη νερού, καθώς μειώνεται η βλαστική αύξηση και κατά επέκταση η καρπόδεση και η συνολική απόδοση (Θεριός 2013, Δημάση-Θεριού, 2013). Ειδικότερα, η έλλειψη υγρασίας τον Μάιο και τον Ιούνιο οδηγεί σε συρρίκνωση του καρπού, και κατά επέκταση σε μειωμένη παραγωγή και εμπορική αξία, ενώ έλλειψη τον Ιούλιο έως τον Σεπτέμβριο επηρεάζει την τελική ποιοτική εμφάνιση της ψίχας (Νάνος, 2019).

Για την επίτευξη ενός ολοκληρωμένου σχεδίου αρδεύσεων πρέπει να λαμβάνεται υπόψη το έδαφος καθώς και η περιοχή στην οποία καλλιεργείται η αμυγδαλιά. Σύμφωνα με τον τύπο του εδάφους εξαρτάται και η ποσότητα του νερού που μπορεί να αποθηκευτεί στο έδαφος και κατά συνέπεια η επιλογή της κατάλληλης μεθόδου για άρδευση (Micke, 1996).

1.9.2 Λίπανση

Η αμυγδαλιά δεν έχει μεγάλες απαιτήσεις σε θρεπτικά στοιχεία, ωστόσο είναι απαραίτητη η λίπανση για τον εφοδιασμό των δέντρων με σημαντικές για αυτό ποσότητες θρεπτικών στοιχείων που δεν υπάρχουν στο έδαφος και στο φυτό γενικότερα (Integrated pest management for almonds, 1985). Επίσης, η αμυγδαλιά μπορεί να εμφανίσει τροφοπενίες κάποιων στοιχείων, οπότε και πρέπει να λιπαίνεται κατάλληλα (Θεριός 2013, Δημάση-Θεριού, 2013). Κατά προσέγγιση η συνηθέστερη αγωγή λίπανσης περιλαμβάνει 10 μονάδες αζώτου (N) και καλίου (K), ενώ του

φωσφόρου (P) είναι 5 μονάδες το στρέμμα ανά έτος. Ενδεικτικό είναι ότι με κάθε 100 kg ψίχας απομακρύνονται από το χωράφι 6,9 kg N, 0,67 kg P και 7,7 kg K, ενώ σε αμυγδαλέονα με πολύ καλή παραγωγή, 10 kg ψίχας/ δέντρο, απαιτούνται 1 kg N και K και 0,5 kg P το δέντρο ετησίως (Νάνος, 2019).

Το λίπασμα μπορεί να χορηγηθεί είτε με το χέρι γύρο από τον κορμό του δέντρου είτε μέσω της άρδευσης είτε διαφυλλικά (Βασιλακάκης, 2016). Να τονιστεί πως ανάλογα τον τύπο και τον τρόπο που εφαρμόζεται το λίπασμα, τον τύπο και την υγρασία του εδάφους και την θερμοκρασία επηρεάζεται η ικανότητα του δέντρου να προσλάβει τα θρεπτικά συστατικά (Integrated pest management for almonds, 1985). Τέλος, η λίπανση στην αμυγδαλιά πρέπει να γίνεται με γνώμονα την φυλλοδιαγνωστική ανάλυση που γίνεται ανά 3-4 χρόνια, την βλαστική ζωηρότητα και την παραγωγή καρπών (Νάνος, 2019).

Παρακάτω αναλύονται τα τρία βασικά θρεπτικά στοιχεία και ιχνοστοιχεία, που βοηθάνε την αμυγδαλιά, οι διάφορες μορφές λιπασμάτων και πότε γίνεται η χρήση τους.

1.9.2.1 Άζωτο (N)

Όπως αναφέρθηκε η ποσότητα N που πρέπει να χορηγηθεί είναι 10 περίπου μονάδες το στρέμμα ανά έτος, καθώς το N συμβάλει στο σχηματισμό διαφόρων πρωτεϊνών που διαθέτουν τα σπέρματα και είναι ο κινητήριος τροχός της βλάστησης και της καρποφορίας των δέντρων (Βασιλακάκης, 2016). Σε νέες εγκαταστάσεις αμυγδαλεώνων προτείνεται εφαρμογή 30-60 g N ανά δέντρο όταν βλαστήσουν σε 1 ή 2 δόσεις και όχι εφαρμογή κατά την φύτευση. Αζωτούχος λίπανση σε απεριποίητα δέντρα έχει δείξει ότι δεν αντιδρούν και δεν το αφομοιώνουν. Επίσης, δεν προσλαμβάνουν την μέγιστη ποσότητα N όταν υπάρχουν στο έδαφος υπάρχουν ζιζάνια (Νάνος, 2019).

Η ενίσχυση της καρπόδεσης μπορεί να επιτευχθεί με μια μικρή χορήγηση 2-4 μονάδων N ανά στρέμμα νιτρικού αζώτου το φθινόπωρο μετά την συγκομιδή, ενώ αν υπάρχει επαρκές φύλλωμα γίνεται μετασυλλεκτικός ψεκασμός με ουρία 2-3% έως τον Οκτώβριο, με προσθήκη βορίου (B) ή και ψευδαργύρου (Zn) για μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα (Νάνος, 2019).

Η υπερβολική αζωτούχος λίπανση οδηγεί σε αύξηση του κόστους παραγωγής καθώς αυξάνεται υπερβολικά η βλαστική ανάπτυξη του δέντρου. Η μεγιστοποίηση της αποτελεσματικότητας του N μπορεί να επιτευχθεί με την εφαρμογή του όταν τα φύλλα και οι ρίζες είναι ενεργές και όταν υπάρχει ομοιόμορφη άρδευση για την μεταφορά του στο ριζόστρωμα. Επίσης, απαραίτητο για την μεγιστοποίηση είναι η προσθήκη N με πολλαπλές εφαρμογές και συγκεκριμένα την άνοιξη, που βοηθά την βλάστηση και την ανάπτυξη καρπών, το καλοκαίρι, που βοηθά στην ανάπτυξη του σπέρματος στους καρπούς και μετασυλλεκτικά, που παρέχει στο δέντρο της ποσότητας N για την επόμενη καλλιεργητική περίοδο (Νάνος, 2019). Αντίθετα, έλλειψη N στην αμυγδαλιά προκαλεί μικρό μήκος ετήσιας βλάστησης, μικρό ποσοστό καρπόδεσης, καρπόπτωση και χλώρωση φύλλων, φύλλα κίτρινα (Θεριός 2013, Δημάση-Θεριού, 2013).

1.9.2.2 Φώσφορος (P)

Οι ετήσιες ανάγκες σε P στην αμυγδαλιά είναι μικρότερες από ότι αυτές του N και του K. Ο P είναι ένα στοιχείο που δύσκολα δεσμεύεται από την αμυγδαλιά και για τον λόγο αυτό κρίνεται σημαντική η χορήγηση του σε νέο αμυγδαλεώνα σε βάθος 25 cm και ποσότητας περίπου στις 15-20 μονάδες επί της μελλοντικής γραμμής που θα καλύψει σε ανάγκες τα πρώτα 10 χρόνια. Σε ήδη υπάρχοντες καλλιέργειες αποτελεσματικότερη χρήση λίπανσης είναι της διαφυλλικής την άνοιξη είτε της υδρολίπανσης με κατάλληλα ευδιάλυτα λιπάσματα, καθώς ο εδαφικός P συχνά δεν δεσμεύεται και άρα δεν χρησιμοποιείται από το δέντρο (Νάνος, 2019).

Γίνεται αντιληπτό ότι ο P εξαρτάται άμεσα από το έδαφος, αλλά εξαρτάται και από την ποικιλία και το υποκείμενο που χρησιμοποιούνται. Συγκεκριμένα, το υποκείμενο της αμυγδαλοροδακινιάς GF677 έχει καλύτερη απορροφητικότητα από άλλα. Οι ποικιλίες Texas και Ferragnes όταν ο P είναι σε χαμηλές συγκεντρώσεις δημιουργούν ή εντείνουν το φαινόμενο της καρπόπτωσης του δεύτερου κύματος. Ιδιαίτερα στην ποικιλία Texas ο P διαδραματίζει σημαντικό ρόλο, καθώς η έλλειψη του σε συνέργεια και άλλων παραγόντων οδηγούν σε καρποπτώσεις που μειώνουν την παραγωγικότητα. Τέλος, σε ασβεστούχα εδάφη όπου το πρόβλημα διαθεσιμότητας του P από τις ρίζες είναι εμφανές, η χρήση οργανικής ουσίας συμβάλλει στην μείωση του προβλήματος αυτού και συνεπώς στην δυνατότητα πρόσληψης του P από τα δέντρα (Νάνος, 2019).

1.9.2.3 Κάλιο (K)

Όπως έχει προαναφερθεί το K, όπως και το N, χρειάζονται σε μεγάλες ποσότητες, συγκεκριμένα 10-15 μονάδες ετησίως, ενώ μόνο σε περιπτώσεις έλλειψης στο έδαφος χορηγούνται μεγαλύτερες ποσότητες, με παράδειγμα τους παραγωγούς στην Καλιφόρνια που εφαρμόζουν μέχρι 120 kg K₂O. Γενικότερα, όταν το K είναι διαθέσιμο στο έδαφος δύσκολα παρατηρούνται στα φύλλα χαμηλά επίπεδα K, καθώς η αμυγδαλιά απορροφά το εδαφικό K εύκολα (Νάνος, 2019).

Το K είναι σημαντικό στοιχείο γιατί αυξάνει την αντοχή του δέντρου στις χαμηλές θερμοκρασίες και στην ξηρασία. Συνεπώς, σε περιπτώσεις τροφопενίας K παρατηρείται ξήρανση της κορυφής των φύλλων (Θεριός 2013, Δημάση-Θεριού, 2013).

Οι σύνηθες μορφές καλίου που χρησιμοποιούνται είναι το θειικό, το νιτρικό και το θειικό καλιομαγνήσιο. Το τελευταίο χρησιμοποιείται κυρίως στην βιολογική καλλιέργεια αλλά και όταν το μαγνήσιο στο έδαφος ή τα φύλλα είναι χαμηλό. Το νιτρικό κάλιο χρησιμοποιείται κατά την καλλιεργητική περίοδο και ιδιαίτερα το καλοκαίρι, καθώς οι απαιτήσεις του σπέρματος σε K είναι μεγάλες. Επίσης, μπορεί να χρησιμοποιηθεί διαφυλλικά ή για υδρολίπανση αργά την άνοιξη και το καλοκαίρι για άμεση χρήση. Τέλος, το θειικό K εφαρμόζεται από τον Φεβρουάριο με σκοπό να καλύψει τις μεγαλύτερες ανάγκες του δέντρου σε K (Νάνος, 2019).

1.9.2.4 Ιχνοστοιχεία

Τα ιχνοστοιχεία που είναι σημαντικά για την αμυγδαλιά, λόγω ότι επιτελούν μεγάλο έργο για το τελικό προϊόν και ότι παρατηρούνται τροφопενίες είναι ο ψευδάργυρος (Zn) και το βόριο (B).

1.9.2.4.1 Ψευδάργυρος (Zn)

Σύμφωνα με έρευνες ο Zn που χρησιμοποιείται από τα δέντρα είναι περίπου 14 g ανά δέντρο, ωστόσο είναι βασικό ιχνοστοιχείο καθώς η ανεπάρκεια του είναι συχνό φαινόμενο στις αμυγδαλιές. Ο Zn επηρεάζει το τελικό μέγεθος των καρπών αλλά και την καρπόδεση, και κατά επέκταση την συνολική παραγωγή (Νάνος, 2019). Οι τροφопενίες που παρατηρούνται με την έλλειψη του Zn είναι η εμφάνιση μικρών και συνεστραμμένων φύλλων, μικροφυλλία, βραχυγονάτωση και μικροί μίσχοι. Οι τροφопενίες αυτές παρατηρούνται κυρίως σε ελαφρά και αμμώδη εδάφη με πολύ ασβέστιο ή μετά από φωσφορική λίπανση (Θεριός 2013, Δημάση-Θεριού, 2013).

Η εφαρμογή του Zn γίνεται με τον θειϊκό ψευδάργυρο (ZnSO_4) σε 4 περιόδους. Μετασυλλεκτικά διαφυλλικά τον Σεπτέμβριο μαζί με ουρία και B. Το φθινόπωρο (Οκτώβριο-Νοέμβριο) με χρήση $12 \text{ kg ZnSO}_4/\text{t}$ νερού, ωστόσο μπορεί να προκαλέσει ορισμένες ζημιές στα φύλλα. Έπειτα, την χειμερινή περίοδο όπου μετά την εφαρμογή των $15 \text{ kg ZnSO}_4/\text{t}$ νερού δεν εφαρμόζεται καμία καλλιεργητική τεχνική 2 εβδομάδες πριν και μετά. Τέλος, την άνοιξη γίνεται μια μικρή χορήγηση με $5 \text{ kg ZnSO}_4/\text{t}$ νερού (Νάνος, 2019).

1.9.2.4.2 Βόριο (B)

Το B είναι σημαντικό στοιχείο καθώς συνδέεται με την καρπόδεση. Η ανεπάρκεια B γίνεται πιο έντονη σε όξινα εδάφη με χαμηλή περιεκτικότητα σε οργανική ουσία, όταν υπάρχει ισχυρή βλάστηση, είτε περίσσιας N είτε έντονου κλαδέματος είτε καταστροφής ανθέων από παγετό, καθώς και όταν οι συνθήκες που επικρατούσαν παρήλθαν από παρατεταμένη ξηρασία (Νάνος, 2019).

Η εφαρμογή B μπορεί να γίνει με τρεις τρόπους: διαφυλλικά τον Σεπτέμβριο μετά την συγκομιδή ή μετά τον Φεβρουάριο κατά την άνθηση ή εδαφικά στο δέντρο τον Δεκέμβριο κατά την διάρκεια λήθαργου (Νάνος, 2019). Έχει διαπιστωθεί ότι ο διαφυλλικός ψεκασμός τον Σεπτέμβριο, $0,4\%$ υδατοδιαλυτού B μαζί με ουρία και Zn, είναι αποτελεσματικότερος από τους άλλους δύο τρόπους (Nyomora et al. 1999).

1.9.3 Κλάδεμα – Διαμόρφωση

Η αμυγδαλιά είναι δέντρο που επιβάλλει κάθε χρόνο κλάδεμα, με αφαίρεση βλαστών είτε ασθενών είτε υγιών με σκοπό τον αερισμό της κόμης και την αποφυγή της υγρασίας στο εσωτερικό της (Βασιλακάκης, 2016).

Το κλάδεμα της αμυγδαλιάς γίνεται τον χειμώνα, κάθε χρόνο για αποφυγή της παρениαντοφορίας, με εναλλαγή ώστε να μην καρποφορεί όλη η κόμη ταυτόχρονα. Το κλάδεμα αυτό γίνεται για να δημιουργήσει καινούργια βλάστηση, αλλά και για να απομακρυνθούν τα γερασμένα και ασθενή όργανα. Η απομάκρυνση των βλαστών αυτών υπολογίζεται ότι πρέπει να είναι το $1/5$ της καρποφόρας βλάστησης, και οι βλαστοί αυτοί να είναι μεγαλύτερη από $1,5 - 4 \text{ cm}$, εκτός και αν βρίσκονται σε ακατάλληλες θέσεις (Νάνος, 2019).

1.9.4 Εχθροί

Η αμυγδαλιά προσβάλλεται από το έντομο ευρύτομο (*Eurytoma amygdali*), που είναι και ο σημαντικότερος εχθρός της. Το ευρύτομο έχει μία γενιά το έτος και διαχειμάζει ως αναπτυγμένη προνύμφη μέσα στα προσβεβλημένα αμύγδαλα, που παρέμειναν μουμιοποιημένα στα δέντρα ή στο έδαφος. Για την αντιμετώπιση του, είναι αναγκαίο να αφαιρούνται και να καίγονται οι μουμιοποιημένοι καρποί μετά την συγκομιδή. Επίσης, η χημική καταπολέμηση επιτυγχάνεται με την παρακολούθηση της εξόδου των εντόμων την άνοιξη και άμεσο ψεκασμό 2-3 εφαρμογές εντομοκτόνου από τον Απρίλιο έως τον Μάιο, όπου ο πρώτος γίνεται με την έξοδο και οι επόμενοι ανά 10 ημέρες (Νάνος, 2019).

Άλλα έντομα που προσβάλλουν την αμυγδαλιά είναι τα κοκκοειδή, ο καπνώδεις (*Capnodis tenebrionis*), οι αφίδες, οι σκολύτες, ο ρυγχίτης, η ψώρα, οι τετράνυχτοι και οι νηματώδεις (Θεριός 2013, Δημάση-Θεριού, 2013).

1.9.5 Ασθένειες

Η κύρια ασθένεια που εντοπίζεται στους αμυγδαλεώνες είναι η μονίλια (*Monilia laxa*). Η εισχώρηση γίνεται μέσα από πληγές ή από το στίγμα του ύπερου, όταν επικρατεί υγρός και θερμός καιρός. Τα άνθη και οι βλαστοί που έχουν προσβληθεί παραμένουν νεκροί για αρκετό καιρό ώστε να αποτελέσουν τα σημεία μόλυνσης της επόμενης χρονιάς. Οι μικροί καρποί παραμένουν πάνω στα κλαδιά μουμιοποιημένοι, ενώ προσβεβλημένοι μεγάλοι κλάδοι από μονίλια τους προκαλεί μεγάλα έλκη όπου αποτελούν δευτερογενής μόλυνση. Για την μείωση ή την αποφυγή, συνίσταται να φυτεύονται ποικιλίες ανθεκτικές στην μονίλια όπως Texas, Marcona ή Αί. Επίσης, οι προσβεβλημένοι ξηροί κλάδοι και καρποί να συλλέγονται και να καίγονται (Θεριός 2013, Δημάση-Θεριού, 2013). Η χημική καταπολέμηση γίνεται με 3 ψεκασμούς κατά την ρόδινη κορυφή, την πλήρη άνθηση και με την πτώση των πετάλων (Νάνος, 2019).

Άλλες ασθένειες που προσβάλουν την αμυγδαλιά είναι η βακτηρίωση (*Bacterium tumefaciens*), αδρομυκώσεις (*Fusarium*, *Verticillium*), το πολύστιγμα (*Polystigma ochraceum*), οι σκωριάσεις (*Puccinia pruni-spinosae*), η ευτυπίωση (*Eutypia armeniace*), το κλαδοσπόριο (*Cladosporium carophilum*), το κορύννεο (*Coryneum beijerinckii*) (Θεριός 2013, Δημάση-Θεριού, 2013). Τα υποκείμενα

αμυγδαλιάς (σπορόφυτα) είναι ευαίσθητα σε ασθένειες λαιμού και ριζών όπως φυτόφθορα, αρμιλάρια, βακτηριακό καρκίνο και άλλα (Νάνος, 2019).

1.10 Συγκομιδή

Η συγκομιδή γίνεται όταν ο καρπός έχει ωριμάσει τόσο ώστε το περικάρπιο του να έχει ανοίξει ή να έχει αποκολληθεί από το ενδοκάρπιο, ανάλογα την ποικιλία. Τότε είναι το στάδιο της συγκομιδής καθώς οι καρποί μπορούν να πέσουν πιο εύκολα από το δέντρο. Αξίζει να σημειωθεί ότι ανάλογα την ποικιλία οι καρποί πέφτουν ευκολότερα ή δυσκολότερα (Μήτσιος, 1999).

Η συγκομιδή της αμυγδαλιάς μπορεί να γίνει είτε με μηχανήματα είτε με ραβδιστικά εργαλεία, ανάλογα με τις δυνατότητες του κάθε παραγωγού. Οι παραγωγοί οι οποίοι διαθέτουν μικρά χωράφια, συνήθως, συγκομίζουν απλώνοντας πανιά στο έδαφος κάτω από το δέντρο και με χτύπημα των κλάδων με ραβδιά ή με μηχανικούς δονητές κλάδων. Η διαδικασία αυτή διαρκεί αρκετές μέρες, ανάλογα την έκταση του οπωρώνα, και είναι κοστοβόρα. Η συγκομιδή με μηχανήματα απαιτούν κατάλληλη διαμόρφωση των δέντρων, καθώς ο κορμός πρέπει να ξεπερνά τα 80 cm, και η αποστάσεις φύτευσης να είναι πάνω από 5x5 m. Τα μηχανήματα αυτά διαθέτουν ενσωματωμένο πανί για την συλλογή των αμυγδάλων και εφαρμόζονται στον κορμό και με την δόνηση τα ρίχνουν. Σε παραγωγούς με μεγάλες εκτάσεις η συγκομιδή γίνεται με μηχανήματα δόνησης, τα αμύγδαλα που πέφτουν κάτω στο έδαφος αφήνονται να ξηραθούν και εν συνεχεία μαζεύονται με ειδικά μηχανήματα που τα συλλέγουν από το έδαφος (Νάνος, 2019).

1.11 Ποιότητα καρπού

Τα αμύγδαλα, όπως έχει προαναφερθεί, είναι ξηροί καρποί και περιέχουν ποσοστά σε πρωτεΐνη περίπου στα 18% και αποτελούν πηγή βιταμίνης E και λιπαρών οξέων. Ενδεικτικά σε 30 g αμυγδάλων περιέχονται 165 θερμίδες, 9 g μονοακόρεστων λιπαρών οξέων και καλύπτει το 35% της ημερήσιας μας ανάγκης σε βιταμίνη E. Επίσης, βοηθάει στην μείωση της ‘κακής’ χοληστερόλης χωρίς να μειώνει την ‘καλή’ HDL, καθώς έχει πολύ μικρή περιεκτικότητα σε κορεσμένο λίπος. Τέλος, αναφέρεται ότι σε κάποιες χώρες χρησιμοποιούνται για την πρόληψη του καρκίνου καθώς και για την ίαση από νευρολογικές παθήσεις (Griel et al., 2004).

1.12 Παράγοντες που επηρεάζουν την παραγωγικότητα

Οι παράγοντες που επηρεάζουν την παραγωγικότητα ενός αμυγδαλεώνα χωρίζονται, σε τρεις κατηγορίες, σε γενετικούς, περιβαλλοντικούς και καλλιεργητικούς.

Στους γενετικούς παράγοντες κυρίως είναι η ποικιλία, που καθορίζει και την ποιότητα, και το υποκείμενο, που καθορίζει την αλληλεπίδραση του με την ποικιλία, την πρόσληψη θρεπτικών, την προσαρμογή στο έδαφος και τις καιρικές συνθήκες αλλά και την αντοχή του σε ασθένειες και εχθρούς (Βέμμος, 2010).

Στους περιβαλλοντικούς είναι ο φωτισμός και η θερμοκρασία, καθώς επηρεάζουν την ανάπτυξη και την ωρίμανση των καρπών, ενώ οι βροχές – χαλάζι και ο άνεμος επηρεάζει την εμφάνιση και την θρεπτική αξία τους. Η ποιότητα των καρπών επηρεάζεται και από τον τύπο, την γονιμότητα, την οργανική ουσία και την αλατότητα του εδάφους (Βέμμος, 2010).

Στους καλλιεργητικού παράγοντες εντάσσονται όλα όσα έχουν προαναφερθεί για την λίπανση, την άρδευση, την φυτοπροστασία και το κλάδεμα. Συγκεκριμένα, η ορθή λιπαντική αγωγή N και K βελτιώνουν την καρπόδεση, η ακριβής ποσότητα νερού αυξάνει την ποιότητα καρπών, ενώ το σωστό κλάδεμα συμβάλει στην καλύτερη καρπόδεση και ποιότητα καρπών, διότι μειώνει το φορτίο του δέντρου και αυξάνει την έκθεση του δέντρου στον ήλιο (Βέμμος, 2010).

1.13 Σκοπός εργασίας

Ο σκοπός της εργασίας είχε δύο μέρη στο πρώτο ήταν η μελέτη της απόδοσης της παραγωγής των δέντρων με βάση την απόσταση τους από τον επικονιαστή και το δεύτερο μέρος όπου ήταν η μελέτη και η κατανόηση της καρπόδεσης της αμυγδαλιάς σε ξηρική καλλιέργεια της ποικιλίας Texas, με την χρήση εναλλακτικής λίπανσης Αζώτου – Φωσφόρου – Καλίου κατά την διάρκεια της άνθιση μέχρι και λίγο πριν την συγκομιδή, με σκοπό την υψηλότερη καρπόδεση και βελτίωση της παραγωγικότητας του αμυγδαλεώνα.

Κεφάλαιο 2^ο : Υλικά και Μέθοδοι

2.1 Πειραματικός αγρός

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε στην περιοχή του Μεταλλικού του νομού Κιλκίς. Η εργασία είχε δύο σκέλη που εφαρμόστηκαν στο ίδιο αγροτεμάχιο. Το αγροτεμάχιο αυτό ήταν περίπου 10 στρέμματα με αμυγδαλιές ποικιλίας Texas, Ferragnes και έναν επικονιαστή, εκ των οποίων για την διαδικασία του πειράματος χρησιμοποιήθηκε ένα τμήμα αυτού.

Η καλλιέργεια του αμυγδαλεώνα πρόκειται για μια ξηρική καλλιέργεια με αποστάσεις φύτευσης 5x5 m, όπου τα δέντρα προέρχονται από σπορόφυτα χωρίς υποκείμενο και οι ηλικίες των δέντρων ποικίλουν.

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε την περίοδο του 2020 και συγκεκριμένα από τον Φεβρουάριο μέχρι τον Σεπτέμβριο, όπου έγινε και η συγκομιδή. Ωστόσο, πριν την έναρξη του πειράματος έγιναν κάποιες καλλιεργητικές εφαρμογές, που περιγράφονται περιληπτικά παρακάτω. Η πρώτη ήταν η εφαρμογή χαλκούχου σκευάσματος μετά το κλάδεμα. Η δεύτερη, αφορούσε την προετοιμασία του εδάφους πριν την έναρξη του πειράματος, με εφαρμογή ζιζανιοκτόνου επί της γραμμής και καλλιεργητή πάνω στον διάδρομο. Σημαντικό να αναφερθεί ότι κατά την διάρκεια του πειράματος γινόταν κοπή των χόρτων κοντά στον κορμό με την χρήση χορτοκοπτικού, έτσι ώστε να γίνεται πιο εύκολα η λίπανση.

Το πείραμα, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, αποτελούταν από δύο σκέλη. Στο πρώτο ήταν η μελέτη στο πόσο επηρεάζει η απόσταση από τον επικονιαστή την παραγωγή των δέντρων της αμυγδαλιάς. Ενώ ο δεύτερος στόχος αφορούσε πάλι την παραγωγή αλλά με διαφορετική λίπανση ανάμεσα στα δέντρα του μάρτυρα και της εναλλακτικής λίπανσης.

2.2 Μεταχειρίσεις

2.2.1 1^ο μέρος πειράματος

	A	B	Γ	Δ	Ε
0	X	X	E	X	X
1			M		
2			X		
3			X		
4			X		
5			X		
6			M		
7			X		
8			X		
9			X		
10			X		

Εικόνα 2 . 1 Πειραματικό σχέδιο αγρού 1ου μέρους. Απεικονίζονται με μαύρα τετράγωνα τα δέντρα αμυγδαλιάς ποικιλίας Texas, με το Ε ο επικονιαστής, με Χ τα δέντρα που δεν χρησιμοποιήθηκαν και με Μ η τοποθεσία των μελισσιών.

Στο πρώτο μέρος του πειράματος χρησιμοποιήθηκαν 10 σειρές δέντρων, 1-10 όπως απεικονίζονται στην παραπάνω εικόνα (Εικόνα 2 . 1), από 4 γραμμές Α, Β, Δ και Ε αποτελούσαν τις πειραματικές γραμμές. Στο μέρος αυτό μετρήθηκε η παραγωγή των δέντρων καθώς απομακρυνόμασταν από τον επικονιαστή που βρισκόταν στην γραμμή Γ, ενώ τα δέντρα της ίδιας γραμμής δεν περιλήφθηκαν στο πείραμα. Στις 1/3/2020 προστέθηκαν 2 μελίσσια το ένα δίπλα στον επικονιαστή (δέντρο Γ1) και το άλλο στα μισά της απόστασης (Γ6), μέχρι το πέρας της άνθησης.

2.2.2 2^ο μέρος πειράματος

	A	B	Γ	Δ	Ε
0	X	X	E	X	X
1			X		
2			X		
3			X		
4			X		
5			X		
6			X		
7			X		
8			X		
9			X		
10			X		

Εικόνα 2 . 2 Πειραματικό σχέδιο αγρού 2ου μέρους. Απεικονίζονται με μαύρα τετράγωνα τα δέντρα αμυγδαλιάς ποικιλίας Texas, οι σειρές Α και Β είναι τα πειραματικά δέντρα με εναλλακτική λίπανση, οι σειρές Δ και Ε είναι τα δέντρα μάρτυρες με βασική λίπανση, με το Ε ο επικονιαστής και με Χ τα δέντρα που δεν χρησιμοποιήθηκαν.

Στο δεύτερο μέρος του πειράματος χρησιμοποιήθηκαν 10 σειρές δέντρων, 1-10 όπως απεικονίζονται στην παραπάνω εικόνα (Εικόνα 2 . 2) εκ των οποίων, οι 2 γραμμές Α και Β είναι τα πειραματικά δέντρα, που χορηγήθηκε διαφορετική λίπανση από τις 2 γραμμές Δ και Ε που αποτελούν τους μάρτυρες και τέλος η γραμμή Γ ήταν η κενή σειρά και αποτέλεσε την ουδέτερη γραμμή μεταξύ των πειραματικών δέντρων και του μάρτυρα του πειράματος. Παρακάτω αναφέρονται οι εργασίες που πραγματοποιήθηκαν για τον μάρτυρα και για τα πειραματικά δέντρα ξεχωριστά.

Για τον μάρτυρα:

- Στις 27/2/2020 πραγματοποιήθηκε λίπανση των 20 δέντρων του μάρτυρα με βασικό μικτό λίπασμα τύπου 15-15-15, σε ποσότητα 1 kg ανά δέντρο, γύρο από τον κορμό και σε απόσταση περίπου 50 cm.

Για τα πειραματικά:

- Στις 27/2/2020 εφαρμόστηκε θειϊκό κάλιο σε ποσότητα 1 kg ανά δέντρο.
- Στις 8/4/2020 έγινε λίπανση με νιτρική αμμωνία 1,5 kg ανά δέντρο.
- Στις 24/7/2020 κόψιμο των χόρτων γύρω από τον κορμό.
- Από 29/4/2020 έως 12/7/2020 έγινε ριζοπότισμα τριών λιπασμάτων, όπως φαίνεται στο παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 2 . 1 Πρόγραμμα χορήγησης λιπασμάτων των πειραματικών δέντρων, μαζί με της ποσότητες χορήγησης.

Ημερομηνία	29/4/2020	25/5/2020	24/6/2020	12/7/2020
Λίπασμα	Φωσφορικό Μονοαμώνιο	Νιτρικό Κάλιο + Ουρία	Ουρία	Φωσφορικό Μονοαμώνιο + Νιτρικό Κάλιο
Ποσότητα	0,3 kg / δέντρο	0,2 kg + 0,2 kg / δέντρο	0,2 kg / δέντρο	0,3 kg + 0,2 kg/ δέντρο

2.3 Μετρήσεις αγρού

Στις 12/7/2020 έγιναν μετρήσεις στα δέντρα με σκοπό να γίνει υπολογισμός τριών στοιχείων, του όγκου της κόμης των δέντρων, της επιφάνειας διατομής της κόμης του δέντρου και τέλος στον υπολογισμό της παραγωγικότητας του κάθε δέντρου ξεχωριστά.

Για τον όγκο κόμης μετρήθηκε, με την χρήση μετροταινίας, το ύψος του δέντρου και το ύψος του κάθε κορμού ξεχωριστά, ώστε να υπολογιστεί το ύψος της κόμης. Επίσης, μετρήθηκε η διάμετρος της κόμης σε δύο πλευρές, η μία είχε προσανατολισμό των σειρών των δέντρων και η άλλη των γραμμών. Για τον υπολογισμό κατά προσέγγιση του όγκου της κόμης, η κόμη των δέντρων θεωρήθηκε ότι είναι σφαιροειδή (ελλειψοειδή) αλλά παραμορφωμένη, καθώς η κόμη δεν ήταν τέλεια στρογγυλή αλλά διέθετε πλάτος με διαφορετικές διαμέτρους. Έτσι ο τύπος υπολογισμού του όγκου της κόμης διατυπώθηκε ως εξής:

$$\text{Όγκος κόμης (m}^3\text{)} = 4 / 3 * \pi (\text{Ύψος κόμης} / 2) * (\text{Πλάτος}_\alpha / 2) * (\text{Πλάτος}_\beta / 2)$$

$$\text{Όπου : Ύψος κόμης} = \text{Ύψος δέντρου} - \text{Ύψος κορμού}$$

$\text{Πλάτος}_\alpha = \text{Πλάτος επί της γραμμής}$

$\text{Πλάτος}_\beta = \text{Πλάτος επί της σειράς}$

Την ίδια περίοδο μετρήθηκε η διάμετρος κάθε δέντρου ξεχωριστά σε ύψος 30 cm πάνω από το έδαφος για τον υπολογισμό της επιφάνειας διατομής ή TCSA και που υπολογίστηκε από τον εξής τύπο:

$$\text{TCSA (cm}^2\text{)} = 3,14 * (\text{Διάμετρο κορμού} / 2)^2$$

Τέλος, με βάση τα κυβικά εκατοστά του όγκου κόμης, την επιφάνεια διατομής και τα κιλά παραγωγής του κάθε δέντρου υπολογίστηκε η παραγωγικότητα του κάθε δέντρου εκφρασμένη σε g ανά m³ για τον όγκο και σε g ανά cm² για την TCSA. Αναλυτικά οι τύποι που χρησιμοποιήθηκαν είναι οι εξής:

$$\text{Παραγωγικότητα (g / m}^3\text{)} = \text{Παραγωγή} / \text{Όγκο κόμης}$$

$$\text{Παραγωγικότητα (g / cm}^2\text{)} = \text{Παραγωγή} / \text{TCSA}$$

Ωστόσο, επειδή τα αποτελέσματα της παραγωγής ήταν εκφρασμένα σε kg, στον παραπάνω τύπο χρειάζεται να πολλαπλασιαστεί με το 1000.

Στις 12/09/2020 πραγματοποιήθηκε η συγκομιδή από κάθε δέντρου του πειραματικού αγρού. Για την ολοκλήρωση του πειράματος έπρεπε να μετρηθεί η παραγωγή κάθε δέντρου που αποτελούσαν τους μάρτυρες και των πειραματικών δέντρων ξεχωριστά. Έτσι μετά την συγκομιδή ενός δέντρου του πειραματικού αγρού, συλλεγόταν η παραγωγή του σε τελάρα όπου αναγραφόταν με καρτελάκια σε ποιο δέντρο άνηκαν. Έστερα, και μετά τον διαχωρισμό των φύλλων από τους καρπούς, ζυγίστηκαν σε ζυγαριά με ακρίβεια ενός δεκαδικού και σημειώθηκαν οι τιμές σε πινακάκι.

2.4 Υπολογισμός λιπασμάτων

Για τον υπολογισμό των λιπασμάτων που χορηγήθηκαν στα δέντρα του μάρτυρα και των πειραματικών, χρησιμοποιήθηκε ο τύπος : $X = (M * \Pi) / 100$, όπου το X είναι η ποσότητα του στοιχείου που χορηγήθηκε, M είναι η ποσότητα του λιπάσματος που χρησιμοποιήθηκε και Π η αναγραφόμενη περιεκτικότητα του στο εκάστοτε στοιχείο.

Ο παραπάνω τύπος στην περίπτωση του P και του K, είναι εκφρασμένος σε πεντοξείδιο του Φωσφόρου (P_2O_5) και σε οξείδιο του Καλίου (K_2O), και όχι σε καθαρό P ή K.

2.5 Μετρήσεις παραλλακτικότητας

Η παραλλακτικότητα είναι η διαφορά της μονάδας επί του συνόλου, έτσι για τον προσδιορισμό της παραλλακτικότητας του πειραματικού αγρού έγινε σύγκριση τριών παραμέτρων του ύψους, της TCSA και του όγκου κόμης.

Η διαφοροποίηση της παραλλακτικότητας του πειραματικού αγρού γίνεται σε συνάρτηση με τον μέσο όρο της κάθε παραμέτρου που θέλουμε να συγκρίνουμε. Συγκεκριμένα, ο υπολογισμός της παραλλακτικότητας CV (ή συντελεστής μεταβολής) προκύπτει από τον παρακάτω τύπο:

$$CV (\%) = (\text{Τυπική απόκλιση} / \text{Μέσο όρο}) * 100$$

Η παραλλακτικότητα μπορεί να χωριστεί σε 3 κατηγορίες: i) <15 χαμηλή, ii) 15-30 μέτρια και iii) >30 υψηλή.

2.6 Στατιστική ανάλυση

Πραγματοποιήθηκε ανάλυση παραλλακτικότητας για την παράμετρο της παραγωγικότητας που μετρήθηκαν με το πακέτο SPSS (SPSS 20.0, Chicago, IL).

Κεφάλαιο 3^ο Αποτελέσματα

3.1 Μετεωρολογικά στοιχεία

Η αμυγδαλιά, όπως αναφέρθηκε και στο κεφάλαιο (1.7 Κλιματικές απαιτήσεις), είναι ένα δέντρο που αν και δεν έχει πολλές απαιτήσεις σε ώρες ψύχους σε σχέση με άλλες καλλιέργειες, είναι πολύ ευπαθείς στις πολύ χαμηλές θερμοκρασίες κατά τη διάρκεια του χειμώνα. Κατά την περίοδο της άνοιξης, που γίνεται και η άνθηση, η αμυγδαλιά έχει ανάγκη μέτριες θερμοκρασίες την ημέρα και τις νυχτερινές ώρες η θερμοκρασία να μην πέφτει υπό του μηδενός. Στην προκειμένη περίπτωση του πειράματος στην περιοχή του Κιλκίς, όπου βρίσκεται και ο πειραματικός αγρός, οι θερμοκρασίες που επικρατούσαν αναγράφονται στους παρακάτω πίνακες.

Πίνακας 3 . 1. Μετεωρολογικά στοιχεία Φεβρουαρίου με τις μέγιστες - ελάχιστες θερμοκρασίες και τις βροχοπτώσεις ανά ημέρα στον Νομό Κιλκίς.

Φεβρουάριος				
	Θερμοκρασία (°C)			
Day	Κύρια	Μέγιστη	Ελάχιστη	Βροχόπτωση (mm)
1	7,0	13,7	1,7	0,0
2	9,4	14,6	5,3	0,0
3	11,4	15,9	7,6	0,0
4	12,4	16,2	9,2	0,0
5	10,3	16,6	5,9	0,0
6	6,9	8,4	5,2	1,6
7	6,3	10,4	4,3	0,0
8	5,4	8,5	3,6	0,0
9	5,3	10,9	1,3	0,0
10	5,8	13,1	0,5	0,0
11	8,7	13,2	4,7	0,0
12	6,2	10,2	2,1	0,6
13	3,7	7,8	1,2	0,0
14	4,2	10,1	0,2	0,0
15	4,8	9,5	-0,5	0,0
16	5,7	12,3	-1,2	0,0
17	6,0	14,2	-0,8	0,0
18	8,9	17,9	2,3	0,0
19	9,4	17,3	3,2	0,0
20	10,3	18,4	4,2	0,0
21	10,3	15,4	5,5	0,0
22	7,3	11,8	2,9	0,0
23	1,0	7,0	-2,9	0,2
24	-1,6	0,9	-4,1	0,0
25	-0,4	3,2	-5,4	0,0
26	6,0	11,9	-1,1	0,0
27	7,4	13,3	2,1	0,0
28	7,6	16,5	-0,1	0,0
	6,6	12,1	2,0	2,4

Πίνακας 3 . 2. Μετεωρολογικά στοιχεία Μαρτίου με τις μέγιστες - ελάχιστες θερμοκρασίες και τις βροχοπτώσεις ανά ημέρα στον Νομό Κιλκίς.

Μάρτιος				
	Θερμοκρασία (°C)			
Ημέρα	Κύρια	Μέγιστη	Ελάχιστη	Βροχόπτωση (mm)
1	4,3	9,2	1,1	0,0
2	2,6	8,8	-3,8	0,0
3	0,4	3,1	-1,6	0,0
4	-2,5	-1,6	-3,4	0,0
5	-4,1	-1,2	-8,1	0,0
6	-2,5	2,8	-8,8	0,8
7	-2,9	-0,9	-6,3	0,0
8	-5,6	0,4	-10,7	0,4
9	-3,3	0,1	-7,8	0,0
10	1,1	2,8	0,1	9,2
11	0,8	2,9	-0,7	1,8
12	-0,4	2,1	-2,7	0,0
13	-1,2	6,1	-6,4	0,2
14	-0,3	4,5	-4,4	0,0
15	1,0	2,8	-1,4	0,0
16	2,8	7,8	-1,8	0,0
17	4,2	11,6	-0,7	0,0
18	3,8	8,6	0,1	0,0
19	6,3	11,3	3,2	0,2
20	7,2	10,3	4,2	0,4
21	6,1	11,5	1,8	0,2
22	6,5	7,7	5,4	14,0
23	7,8	11,1	5,1	3,6
24	9,5	13,8	5,6	0,2
25	8,2	11,1	2,3	19,8
26	0,2	2,3	-0,8	7,8
27	3,1	11,0	-1,2	0,2
28	6,7	10,2	1,8	0,0
29	8,6	11,3	6,4	6,2
30	8,4	10,9	5,3	15,0
31	5,2	7,7	1,6	2,0
	2,6	6,5	-0,9	82,0

Οι θερμοκρασίες το πρώτο δεκαπενθήμερο του Μαρτίου άγγιξαν το μηδέν και πολλές φορές έπεσαν κάτω του μηδενός, συνεχίζοντας τις χαμηλές θερμοκρασίες του Φεβρουαρίου. Επιπροσθέτως, την ίδια περίοδο αρκετές μέρες υπήρχαν δυνατοί άνεμοι, καθώς και χαλάζι. Αυτό προφανώς είχε σοβαρές συνέπειες στην διαδικασία

της άνθισης αλλά και στην επικονίαση. Ο επικονιαστής ήταν ο πρώτος που άνθισε στις 2 Μαρτίου 2020, ενώ η πλήρης άνθιση της Texas έγινε μετά στις 12 Μαρτίου 2020. Το δεύτερο μισό του Μαρτίου οι θερμοκρασίες έγιναν πιο ήπιες και βοήθησε έως ένα μεγάλο βαθμό την ορθή επικονίαση.

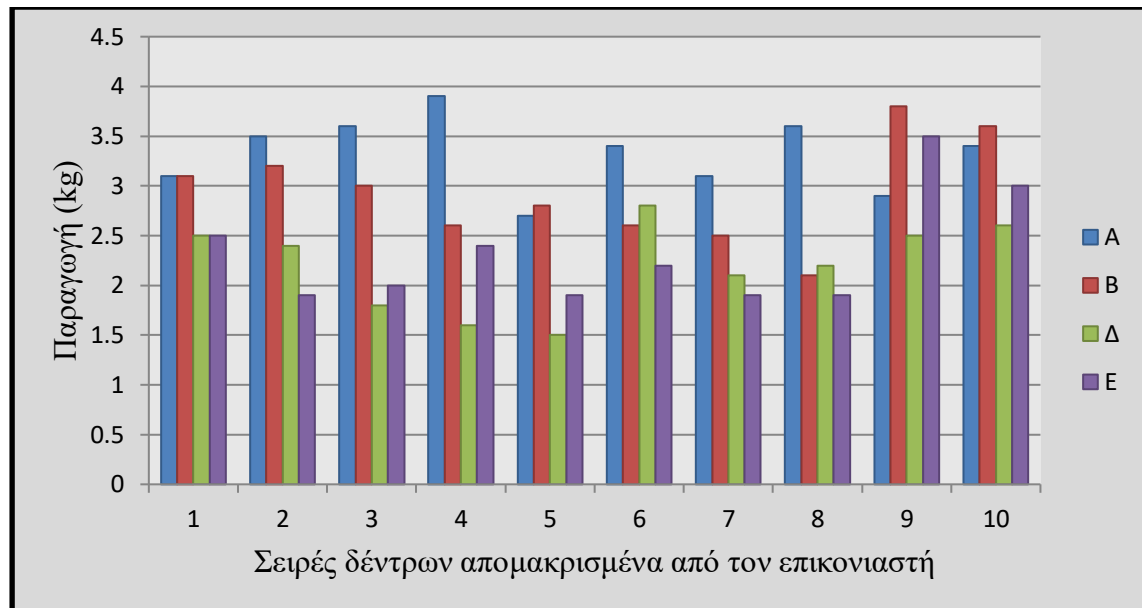
3.2 Πειραματικά αποτελέσματα

3.2.1 Στοιχεία 1^{ου} μέρους

Στο 1^ο μέρος του πειράματος ήταν η μελέτη της απόδοσης των δέντρων όσο απομακρυνόμαστε από τον επικονιαστή. Τα αποτελέσματα που λήφθηκαν μετά την συγκομιδή φαίνονται στον παρακάτω πίνακα. Με βάση τις τιμές του πίνακα δημιουργήθηκαν 2 διαγράμματα, με σκοπό την διευκόλυνση της κατανόησης για το πώς επηρεάστηκε η παραγωγή σε σχέση με την απόσταση από τον επικονιαστή.

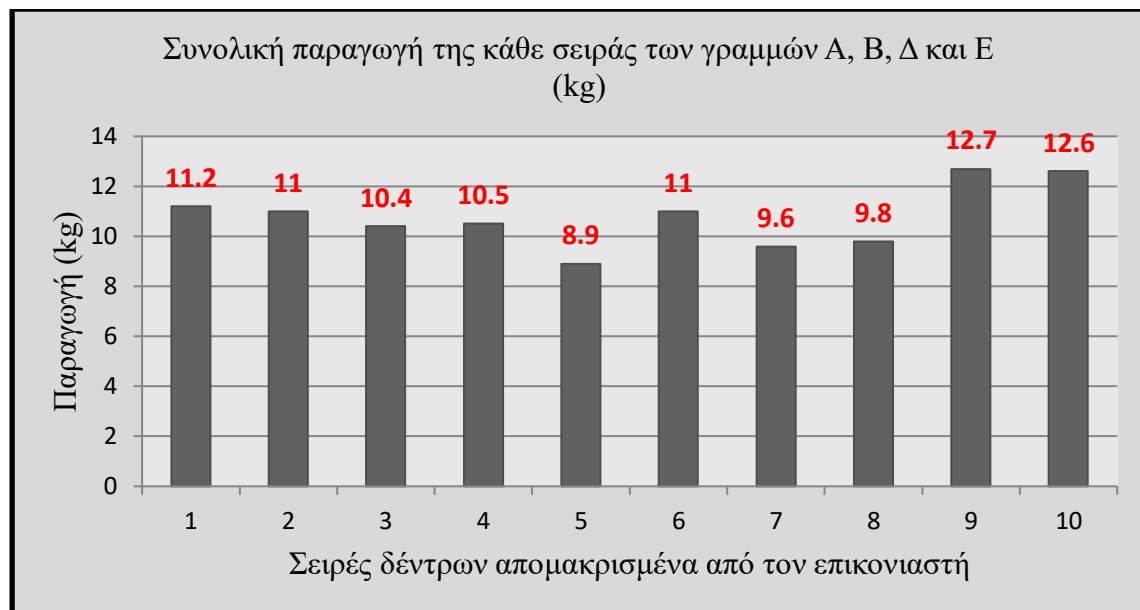
Πίνακας 3 . 3 Παραγωγή αμυγδάλων σε kg των τεσσάρων γραμμών Α, Β, Δ και Ε στις 10 σειρές τους, το άθροισμα, οι μέσοι όροι και η τυπική απόκλιση της κάθε γραμμής.

Δέντρα απομακρυσμένα από τον επικονιαστή	Παραγωγή αμυγδάλων (kg)			
	Εναλλακτική Λίπανση		Μάρτυρες	
	A	B	Δ	Ε
1	3,1	3,1	2,5	2,5
2	3,5	3,2	2,4	1,9
3	3,6	3	1,8	2
4	3,9	2,6	1,6	2,4
5	2,7	2,8	1,5	1,9
6	3,4	2,6	2,8	2,2
7	3,1	2,5	2,1	1,9
8	3,6	2,1	2,2	1,9
9	2,9	3,8	2,5	3,5
10	3,4	3,6	2,6	3
SUM	33,2	29,3	22	23,2
Mean	3,32	2,93	2,20	2,32
SD	0,36	0,52	0,44	0,55



Διάγραμμα 3 . 1 Παραγωγή σε kg αμυγδάλων των τεσσάρων σειρών A, B, Δ και E σε συνάρτηση με την απόσταση από τον επικονιαστή, όπου το 1 δηλώνει ότι βρίσκεται ακριβώς μια σειρά μετά τον επικονιαστή και 10 το πιο απομακρυσμένο από αυτόν.

Στο διάγραμμα αυτό φαίνεται ότι στις γραμμές A και B παρουσιάζουν μια ανοδική πορεία όσο απομακρύνονται από τον επικονιαστή μέχρι 5 δέντρα μακριά από αυτόν όπου η παραγωγή μειώνεται και στην συνέχεια αυξάνεται για να δώσει μεγάλες ποσότητες στις δύο τελευταίες σειρές. Στις γραμμές Δ και E γίνεται λίγο πιο αισθητή η μείωση της παραγωγής έως ότου φτάσει στην σειρά 6 όπου βρίσκεται και το 2^ο μελίσσι. Και σε αυτές τις γραμμές ωστόσο φαίνεται ότι οι δύο τελευταίες σειρές έχουν μεγάλη παραγωγή.



Διάγραμμα 3 . 2 Συνολική παραγωγή σε kg αμυγδάλων των τεσσάρων γραμμών Α, Β, Δ και Ε της κάθε σειράς απομακρυσμένες από τον επικονιαστή, με το 1 να δηλώνει την σειρά που βρίσκεται ακριβώς δίπλα στον επικονιαστή.

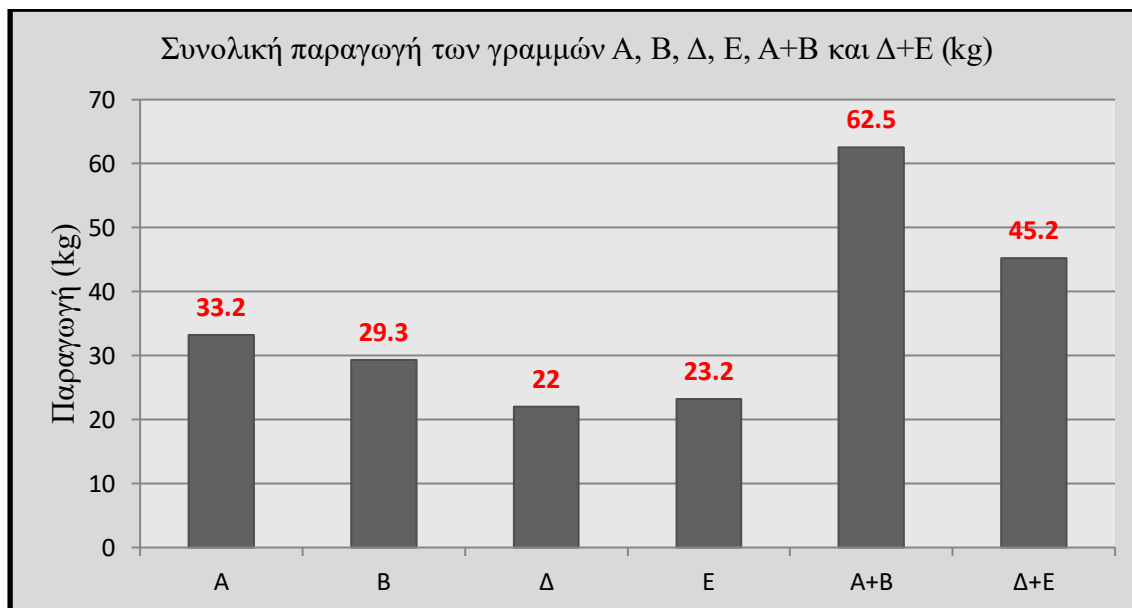
Στο διάγραμμα αυτό φαίνεται καλύτερα ότι οι δύο τελευταίες σειρές, οι πιο απομακρυσμένες από τον επικονιαστή δηλαδή, έχουν την μεγαλύτερη παραγωγή. Παρόλα αυτά, γίνεται μια μικρή μείωση της συνολικής παραγωγής των γραμμών όσο απομακρυνόμαστε από τον επικονιαστή, με μόνη εξαίρεση την σειρά 6 όπου όπως προαναφέρθηκε υπήρχε το 2^ο μελίσσι. Πιο αναλυτικά, η παραγωγή από την σειρά 1 έως την 4 εμφανίζει μία μείωση της τάξης του 6% και στην διάρκεια από την 4^η στην 5^η μία μείωση διπλάσια της τάξης του 15%. Η 6^η σειρά αποκτά την ίδια παραγωγή με την 1^η σειρά που βρίσκεται κοντά στον επικονιαστή και για τις επόμενες 2 σειρές έχει πτωτική τάση του 11%. Οι τελευταίες σειρές εμφανίζουν μέγιστες αποδόσεις παραγωγής με αύξηση από την προηγούμενη κατά 29% και από την 1^η σειρά περίπου στα 13%.

3.2.2 Στοιχεία 2^{ου} μέρους

Στο 2^ο μέρος μελετήθηκε εάν επηρεάζει η διαφορετική λίπανση την παραγωγή της αμυγδαλιάς. Χρησιμοποιήθηκαν 2 γραμμές από 10 δέντρα η καθεμία για κάθε μεταχείριση. Στις γραμμές Δ και Ε, που ήταν οι μάρτυρες, έγινε βασική λίπανση, ενώ στις Α και Β, πειραματικά, έγινε εναλλακτική λίπανση.

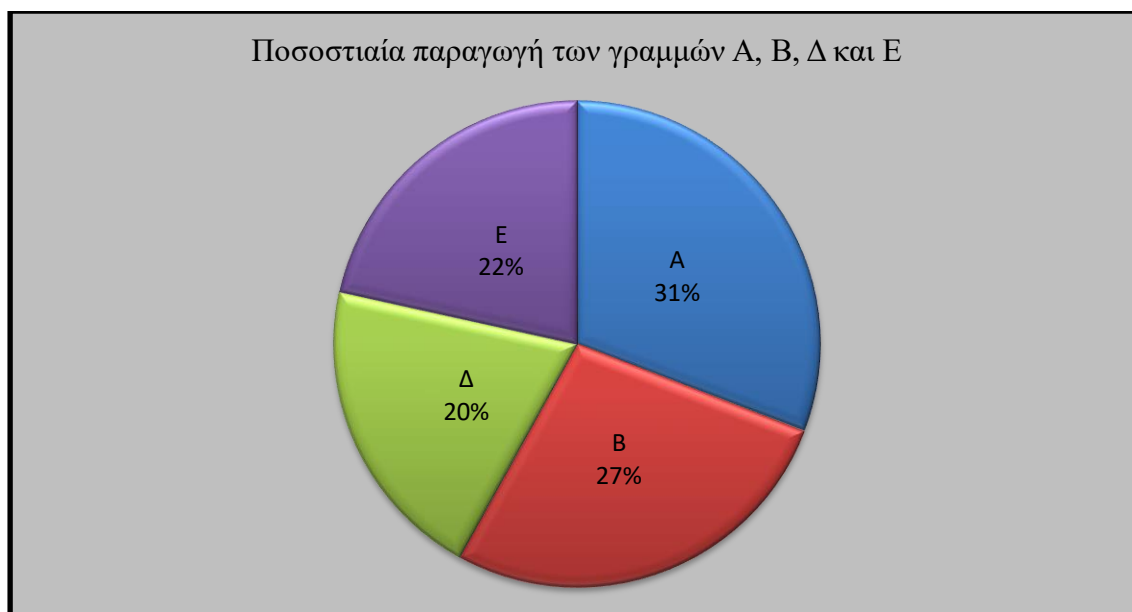
Στο πρώτο σκέλος θα παρουσιαστούν στοιχεία για την διαφοροποίηση της παραγωγής του μάρτυρα και των πειραματικών δέντρων και στο δεύτερο για την

χορήγηση των λιπασμάτων που αφορούν τις ποσότητες αλλά και το κόστος της κάθε μεταχειρίσεις.

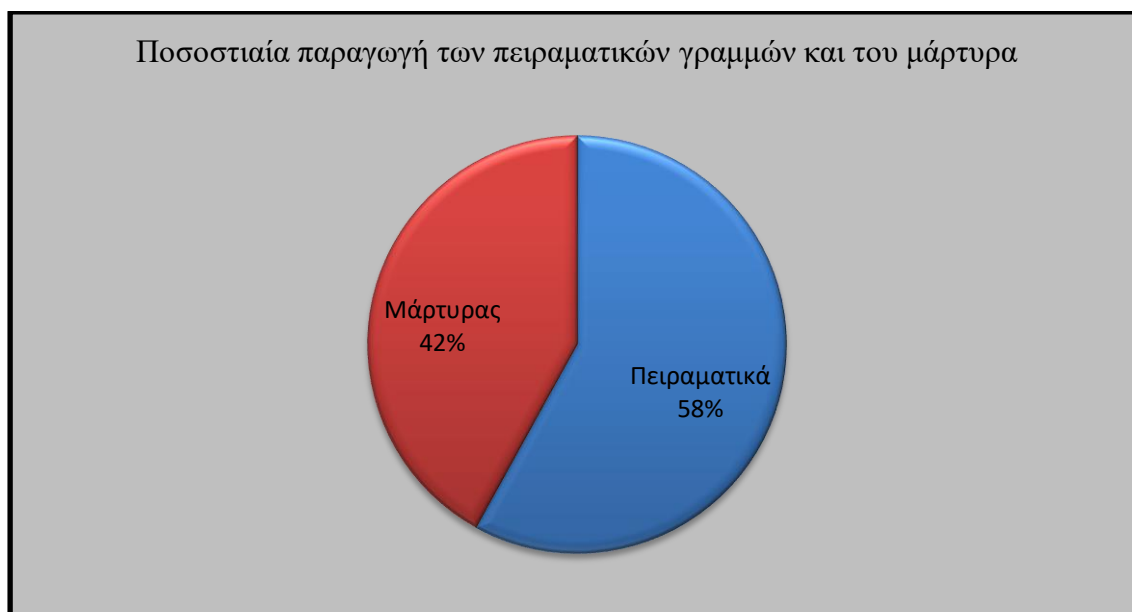


Διάγραμμα 3 . 3 Συνολική παραγωγή σε kg αμυγδάλων των γραμμών A, B, Δ, E ξεχωριστά, αλλά και την συνολική παραγωγή των πειραματικών (A και B) και του μάρτυρα (Δ και E).

Στο διάγραμμα αυτό φαίνεται ότι τα πειραματικά δέντρα των γραμμών A και B είχαν καλύτερη απόδοση στην παραγωγή από αυτά του μάρτυρα με την διαφορά αυτή να βρίσκεται στα 17,3 kg. Συγκεκριμένα, την μεγαλύτερη παραγωγή την εμφάνισε η γραμμή A με 33,2 kg και την ελάχιστη η Δ με 22 kg, διαφορά της τάξης του 51%. Όπως φαίνεται και στα δύο παρακάτω γραφήματα, Διάγραμμα 3 . 4, το 31% το κατείχε η γραμμή A, το 27% η B, το 22% η E και τέλος το 20% η γραμμή Δ της συνολικής παραγωγής. Στο Διάγραμμα 3 . 4, γίνεται αντιληπτό ότι τα πειραματικά δέντρα κατείχαν το 58% της συνολικής παραγωγής του πειραματικού αγρού με το 42% να είναι του μάρτυρα.



Διάγραμμα 3 . 4 Αποτύπωση της συνολικής παραγωγής επί τις % των γραμμών Α, Β, Δ και Ε του πειραματικού αγρού.



Διάγραμμα 3 . 5 Αποτύπωση της συνολικής παραγωγής του πειραματικού αγρού επί τις % στα δέντρα του μάρτυρα και των πειραματικών.

Παρακάτω αναλύονται όλα τα στοιχεία που έχουν σχέση με τα λιπάσματα που χρησιμοποιήθηκαν, τις ποσότητες, το κόστος καθώς και την σύγκριση εσόδων-εξόδων για την κάθε μεταχείριση.

Πίνακας 3 . 4 Λιπάσματα και τύπος λιπάσματος, ποσότητες (kg) και εφαρμογές που χρησιμοποιήθηκαν για το πείραμα, το βασικό λίπασμα χορηγήθηκε μόνο στον μάρτυρα, ενώ όλα τα υπόλοιπα χορηγήθηκαν στα πειραματικά δέντρα.

α/α	Λίπασμα	Τύπος Λιπάσματος	Ποσότητα (kg)/ Δέντρο/ Εφαρμογή	Εφαρμογές	Ποσότητα (kg)/ Δέντρο
1	Βασικό	15-15-15	1,0	1	1,0
2	Θειϊκό Κάλιο (K ₂ SO ₄)	0-0-50	1,0	1	1,0
3	Νιτρική Αμμωνία (NH ₄ NO ₃)	34,5-0-0	1,5	1	1,5
4	Φωσφορικό Μονοαμώνιο (NH ₄ H ₂ PO ₄)	12-61-0	0,3	2	0,6
5	Νιτρικό Κάλιο (KNO ₃)	13-0-46	0,2	2	0,4
6	Ουρία (CHN ₂ O)	46-0-0	0,2	2	0,4

Πίνακας 3 . 5 Ποσότητες θρεπτικών μονάδων (kg) για κάθε λίπασμα ανά δέντρο, με το βασικό λίπασμα να χορηγήθηκε στον μάρτυρα, ενώ τα υπόλοιπα 2-6 χορηγήθηκαν στα πειραματικά δέντρα.

α/α	Λίπασμα	Ποσότητα θρεπτικών στοιχείων (kg)/Δέντρο		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	Βασικό	0,150	0,150	0,150
2	Θειϊκό Κάλιο	0	0	0,500
3	Νιτρική Αμμωνία	0,518	0	0
4	Φωσφορικό Μονοαμώνιο	0,072	0,366	0
5	Νιτρικό Κάλιο	0,052	0	0,184
6	Ουρία	0,184	0	0

Στους δύο παραπάνω πίνακες αναγράφονται τα λιπάσματα τα οποία χορηγήθηκαν στα δέντρα του πειραματικού αγρού, οι λιπασματικές μονάδες του καθένα ξεχωριστά καθώς και οι εφαρμογές μαζί με τις ποσότητες ανά κάθε εφαρμογή. Επίσης, φαίνονται οι ποσότητες των μονάδων N, P₂O₅ και K₂O που χορηγήθηκαν από το κάθε λίπασμα ξεχωριστά. Στην συνέχεια, αθροίστηκαν οι

ποσότητες αυτές για την κάθε μεταχείριση ξεχωριστά και προέκυψε ο παρακάτω πίνακας.

Πίνακας 3 . 6 Συνολική ποσότητα μονάδων N, P₂O₅ και K₂O (kg) που χρησιμοποιήθηκαν ανά μεταχείριση για κάθε δέντρο μεταχείρισης.

Μεταχείριση	Ποσότητα θρεπτικών στοιχείων (kg)/Δέντρο		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Μάρτυρας	0,150	0,150	0,150
Πειραματικά	0,826	0,366	0,684

Όπως φαίνεται στα αποτελέσματα, στην εναλλακτική λίπανση χορηγήθηκαν πολύ περισσότερες ποσότητες λιπασμάτων ανά δέντρο. Το N που χορηγήθηκε ήταν 5,5 φορές παραπάνω και το K ήταν 4,5 φορές παραπάνω στα πειραματικά δέντρα από αυτά του μάρτυρα, ενώ ο P λίγο παραπάνω από το διπλάσιο στα πειραματικά έναντι του μάρτυρα.

Πίνακας 3 . 7 Ποσότητες μονάδων N, P₂O₅ και K₂O που χρησιμοποιήθηκαν στα δέντρα του μάρτυρα και των πειραματικών σε σχέση με τις ανάγκες που χρειάζονται.

Στοιχεία	Ποσότητα (kg) / δέντρο		
	Μάρτυρας	Πειραματικά	Ανάγκες Δέντρων
N	0,150	0,826	1
P	0,150	0,366	0,5
K	0,150	0,684	1

Οι ανάγκες σε έναν αμυγδαλέονα με παραγωγή 10kg ανά δέντρο είναι μεγαλύτερες από αυτές που χρησιμοποιήθηκαν στα πειραματικά δέντρα, ενώ σε σχέση με τα δέντρα του μάρτυρα έχουν σχεδόν δεκαπλάσιες ποσότητες. Στα πειραματικά δέντρα φαίνεται ότι η λίπανση σε N ήταν αρκετά κοντά με τις ανάγκες των δέντρων (κάλυψε το 82% των αναγκών), ο P που προστέθηκε ήταν σε αρκετά υψηλά επίπεδα, όπου με κάλυψε το 73% και το K, επίσης, ήταν λίγο παραπάνω από τα μισά των αναγκών (κάλυψε το 68% των αναγκών). Τέλος, οι ποσότητες των

στοιχείων που χορηγήθηκαν στα δέντρα του μάρτυρα κάλυπταν μόνο το 15% των αναγκών ενός αμυγδαλεώνα για το Ν και το Κ, ενώ ο Ρ κάλυπτε το 30% των αναγκών τους.

Πίνακας 3 . 8 Κόστος μεταχείρισης για κάθε λίπασμα που χορηγήθηκε στα δέντρα για κάθε δέντρο.

α/α	Λίπασμα	Κόστος λιπάσματος (€/t)	Κόστος λιπάσματος (€/kg)	Ποσότητα μεταχείρισης (kg/ δέντρο)	Κόστος μεταχείρισης (€ / δέντρο)
1	Βασικό	700	0,70	1	0,70
2	Θειϊκό Κάλιο	700	0,70	1	0,70
3	Νιτρική Αμμωνία	500	0,50	1,5	0,75
4	Φωσφορικό Μονοαμώνιο	450	0,45	0,6	0,27
5	Νιτρικό Κάλιο	450	0,45	0,4	0,18
6	Ουρία	400	0,40	0,4	0,16

Στον παραπάνω πίνακα αναγράφονται οι τιμές των λιπασμάτων που χορηγήθηκαν για το πείραμα. Συγκεκριμένα, οι τιμές των λιπασμάτων δόθηκαν σε € ανά τόνο, χωρίς να υπολογίζεται ο ΦΠΑ που δεν μας αφορά, έτσι υπολογίστηκε το κόστος ανά κιλό, και στην συνέχεια το κόστος για την συγκεκριμένη ποσότητα που χορηγήθηκε.

Πίνακας 3 . 9 Συνολικό κόστος λιπασμάτων ανά μεταχείριση του μάρτυρα και των πειραματικών δέντρων, εκφρασμένο σε €.

Μεταχείριση	Κόστος μεταχείρισης		
	Ανά δέντρο (€/δέντρο)	Ανά μεταχείριση (€/20 δέντρα)	Ανά στρέμμα (€/στρέμμα)
Μάρτυρας	0,70	14,00	24,50
Πειραματικά	2,06	41,20	72,10

Με βάση τον Πίνακα 3 . 8, υπολογίστηκε το συνολικό κόστος για κάθε δέντρο του μάρτυρα και των πειραματικών, και στην συνέχεια το συνολικό κόστος για την μεταχείριση των πειραματικών δέντρων και των δέντρων του μάρτυρα. Τέλος, υπολογίστηκε για την κάθε μεταχείριση το κόστος ανά στρέμμα (35 δέντρα), που είναι πιο αντιπροσωπευτικό. Στα πειραματικά δέντρα το κόστος λίπανσης ήταν κατά 3 φορές μεγαλύτερο από εκείνο του μάρτυρα.

Πίνακας 3 . 10 Κέρδος στις δύο μεταχειρίσεις των 20 δέντρων που απαρτίζουν τον μάρτυρα και τα πειραματικά αν η παραγωγή πουληθεί σε ψίχα ή σε κέλυφος με βάση το κόστος λιπασμάτων.

	Πειραματικά	Μάρτυρας
Κόστος μεταχείρισης (€)	41,20	14,00
Κέλυφος (kg)	62,50	45,20
Τιμή πώλησης κελύφους (€/kg)	3 - 4	
Έσοδα με κέλυφος (€)	187,50 – 250,00	135,60 – 180,80
Κέρδος με κέλυφος (€)	146,30 – 208,80	121,60 – 166,80
Ψίχας (kg)	28,75	20,79
Τιμή πώλησης ψίχας (€/kg)	10 – 13	
Έσοδα με ψίχα (€)	287,50 – 373,75	207,92 – 270,30
Κέρδος με ψίχα (€)	246,30 – 332,55	193,92 – 256,30

Όπως έχει προαναφερθεί, τα δέντρα με την εναλλακτική λίπανση είχαν 3 φορές μεγαλύτερο κόστος λίπανσης από την βασική λίπανση του μάρτυρα, και η

συνολική παραγωγή τους ήταν κατά 38% αυξημένη από του μάρτυρα. Με τιμή πώλησης αμυγδάλου με κέλυφος στα 3-4 €/ kg, τα 20 δέντρα με την εναλλακτική λίπανση έδωσαν κέρδος τις τάξης του 20-25% παραπάνω από τα 20 δέντρα του μάρτυρα που υπολογίζεται στα 25-42 €. Η ποικιλία Texas έχει αναλογία κελύφους προς ψίχας περίπου στο 46%, και με αυτήν την αναλογία υπολογίστηκε η συνολική ποσότητα ψίχας μάρτυρα και πειραματικών δέντρων. Με τιμή πώλησης της ψίχας από 10-13 €/ kg, τα 20 δέντρα με την εναλλακτική λίπανση είχαν κέρδος 27-30% παραπάνω από τα 20 δέντρα του μάρτυρα, που αντιστοιχεί σε 52-76 €.

3.3 Αποτελέσματα αγρού

3.3.1 Όγκος κόμης

3.3.1.1 Όγκος κόμης πειραματικών

Πίνακας 3 . 11 Υπολογισμός του όγκου κόμης της γραμμής Α των πειραματικών δέντρων με βάση το ύψος κόμης και τις διαμέτρους επί της γραμμής και της σειράς σε m³, τους μέσους όρους κάθε στοιχείου και τις τυπικές αποκλίσεις.

Πειραματικά Α					
Δέντρο	Ύψος δέντρου (m)	Ύψος κορμού (m)	Διάμετρος NS (m)	Διάμετρος EW (m)	Όγκος κόμης (m ³)
1	4,6	0,6	4,1	3,4	29,01
2	5,1	0,6	4,7	4,8	52,68
3	6,2	0,8	4,8	4,7	63,75
4	5,9	0,7	5,4	4,8	70,54
5	5,8	0,6	4,7	4,2	53,72
6	5,6	0,5	3,8	4,1	41,58
7	5,4	0,7	4,2	4,5	46,49
8	4,2	0,6	4,9	5,3	48,93
9	4,7	0,6	4,3	4,3	39,12
10	5,2	0,8	4,7	5,1	55,19
Mean	5,27	0,65	4,553	4,515	50,10
SD	0,63	0,10	0,46	0,56	12,03

Πίνακας 3 . 12 Υπολογισμός του όγκου κόμης της γραμμής Β των πειραματικών δέντρων με βάση το ύψος κόμης και τις διαμέτρους επί της γραμμής και της σειράς σε m³, τους μέσους όρους κάθε στοιχείου και τις τυπικές αποκλίσεις.

Πειραματικά Β					
Δέντρο	Ύψος δέντρου (m)	Ύψος κορμού (m)	Διάμετρος NS (m)	Διάμετρος EW (m)	Όγκος κόμης (m ³)
1	4,6	0,5	4,2	4,3	38,75
2	5,3	0,5	4,3	4,6	49,69
3	6,2	0,6	4,5	4,4	58,03
4	6,5	0,4	3,7	3,8	44,88
5	4,9	0,6	4,4	3,9	38,62
6	4,2	0,8	4,3	5,2	39,32
7	6,8	0,7	4,8	4,9	75,08
8	4,7	0,6	4,2	4,1	36,95
9	4,5	0,8	4,6	5,1	45,43
10	5,6	0,8	5,2	4,8	62,70
Mean	5,33	0,63	4,415	4,51	48,94
SD	0,91	0,14	0,40	0,49	12,61

Στους παραπάνω δύο πίνακες αναγράφονται όλα εκείνα τα στοιχεία για τον υπολογισμό του όγκου κόμης των πειραματικών γραμμών Α και Β. Συγκεκριμένα, το συνολικό ύψος του δέντρου και του κορμού και οι δύο διαμέτροι επί της γραμμής και επί της σειράς. Επιπλέον, αναφέρονται, πέρα του όγκου κάθε δέντρου, ο μέσος όρος της κάθε παραμέτρου και του όγκου κόμης μαζί με τις τυπικές τους αποκλίσεις.

3.3.1.2 Όγκος κόμης μάρτυρα

Πίνακας 3 . 13 Υπολογισμός του όγκου κόμης της γραμμής Δ του μάρτυρα με βάση το ύψος κόμης και τις διαμέτρους επί της γραμμής και της σειράς σε m³, τους μέσους όρους κάθε στοιχείου και τις τυπικές αποκλίσεις.

Μάρτυρας Δ					
Δέντρο	Ύψος δέντρου (m)	Ύψος κορμού (m)	Διάμετρος NS (m)	Διάμετρος EW (m)	Όγκος κόμης (m ³)
1	4,4	0,8	4,3	4,1	33,21
2	6,2	0,6	4,8	4,7	66,12
3	4,8	0,7	4,3	4,5	41,52
4	4,6	0,5	3,6	3,9	30,13
5	5,9	0,8	4,6	4,3	52,79
6	4,8	0,6	4,6	4,8	48,53
7	5,2	0,6	4,7	4,2	47,52
8	5,7	0,7	4,7	4,5	55,34
9	4,7	0,5	3,9	4,3	36,86
10	5,8	0,7	5,2	4,8	66,62
Mean	5,21	0,65	4,47	4,41	47,86
SD	0,64	0,11	0,46	0,30	12,72

Πίνακας 3 . 14 Υπολογισμός του όγκου κόμης της γραμμής Ε του μάρτυρα με βάση το ύψος κόμης και τις διαμέτρους επί της γραμμής και της σειράς σε m³, τους μέσους όρους κάθε στοιχείου και τις τυπικές αποκλίσεις.

Μάρτυρας Ε					
Δέντρο	Ύψος δέντρου (m)	Ύψος κορμού (m)	Διάμετρος NS (m)	Διάμετρος EW (m)	Όγκος κόμης (m ³)
1	4,5	0,5	4,5	4,7	44,27
2	4,4	0,6	4,8	5,1	48,68
3	5,2	0,7	5,2	4,8	58,78
4	5,3	0,7	4,9	4,7	55,44
5	5,4	0,5	4,9	4,7	59,06
6	5,2	0,6	4,4	5,1	54,02
7	5,5	0,8	5,2	5,5	70,35
8	5,7	0,8	4,3	4,8	52,93
9	6	0,6	4,9	5,1	70,62
10	6,1	0,8	5,1	5,2	73,56
Mean	5,33	0,66	4,82	4,97	58,77
SD	0,56	0,12	0,32	0,27	9,85

Στους παραπάνω δύο πίνακες αναγράφονται όλα εκείνα τα στοιχεία για τον υπολογισμό του όγκου κόμης των δέντρων του μάρτυρα Δ και Ε. Συγκεκριμένα, το

συνολικό ύψος του δέντρου και του κορμού και οι δύο διάμετροι επί της γραμμής και επί της σειράς. Επιπλέον, αναφέρονται, πέρα του όγκου κάθε δέντρου, ο μέσος όρος της κάθε παραμέτρου και του όγκου κόμης μαζί με τις τυπικές τους αποκλίσεις.

3.3.1.3 Όγκος κόμης συνολικά

Πίνακας 3 . 15 Όγκος κόμης των τεσσάρων γραμμών Α, Β, Δ και Ε του πειραματικού αγρού σε m³, μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις για κάθε γραμμή.

Δέντρα απομακρυσμένα από τον επικονιαστή	Όγκος κόμης (m ³)			
	Πειραματικά		Μάρτυρας	
	Α	Β	Δ	Ε
1	29,01	38,75	33,21	44,27
2	52,68	49,69	66,12	48,68
3	63,75	58,03	41,52	58,78
4	70,54	44,88	30,13	55,44
5	53,72	38,62	52,79	59,06
6	41,58	39,32	48,53	54,02
7	46,49	75,08	47,52	70,35
8	48,93	36,95	55,34	52,93
9	39,12	45,43	36,86	70,62
10	55,19	62,70	66,62	73,56
Mean	50,10	48,94	47,86	58,77
SD	12,03	12,61	12,72	9,85

Όπως φαίνεται στον (Πίνακας 3 . 15), τα πειραματικά δέντρα εμφάνιζαν παρόμοιο όγκο κόμης με του μάρτυρα, και ήταν ελαφρώς μειωμένο κατά 7%. Συγκεκριμένα, τα δέντρα της γραμμής Δ είχαν μικρότερο όγκο από τις άλλες και σε σύγκριση με την γραμμή Ε, που διέθετε τον μεγαλύτερο όγκο, κάλυπτε όγκο λιγότερο κατά 23%. Επίσης, στην γραμμή αυτή εντοπίστηκαν και δέντρα που είχαν μικρό όγκο λόγω ηλικίας ή/και κλαδέματος την προηγούμενη χρονιά. Τέλος, η παραλλακτικότητα με βάση τον όγκο κυμαινόταν στο 17-27%, όπου θεωρείται μέτρια, όπως αναφέρεται και παρακάτω 3.4 Παραλλακτικότητα.

3.3.2 Επιφάνεια διατομής (TCSA)

3.3.2.1 Επιφάνεια διατομής πειραματικών

Πίνακας 3 . 16. Υπολογισμός της TCSA της γραμμής A του πειράματος των πειραματικών δέντρων με βάση την διάμετρο του κορμού στα 30cm πάνω από το έδαφος σε cm², οι μέσοι όροι και οι τυπικές αποκλίσεις τους.

Γραμμή A		
Δέντρο	Διάμετρος κορμού (cm)	TCSA (cm ²)
1	28,0	615,4
2	36,0	1017,4
3	33,0	854,9
4	37,0	1074,7
5	28,0	615,4
6	21,0	346,2
7	34,0	907,5
8	37,0	1074,7
9	27,0	572,3
10	39,0	1194,0
Mean	32,0	827,2
SD	5,75	276,2

Πίνακας 3 . 17. Υπολογισμός της TCSA της γραμμής B του πειράματος των πειραματικών δέντρων με βάση την διάμετρο του κορμού στα 30cm πάνω από το έδαφος σε cm², οι μέσοι όροι και οι τυπικές αποκλίσεις τους.

Γραμμή B		
Δέντρο	Διάμετρος κορμού (cm)	TCSA (cm ²)
1	32,0	803,8
2	34,0	907,5
3	34,0	907,5
4	22,0	379,9
5	32,0	803,8
6	35,0	961,6
7	33,0	854,9
8	35,0	961,6
9	38,0	1133,5
10	40,0	1256,0
Mean	33,5	897,0
SD	4,77	230,9

Στους παραπάνω δύο πίνακες αναγράφονται η διάμετρος του κάθε δέντρου των πειραματικών A και B σε ύψος 30 cm πάνω από την επιφάνεια του εδάφους και η επιφάνεια διατομής σε cm². Επιπλέον αναφέρονται οι μέση τιμή και η τυπική απόκλιση τόσο της TCSA όσο και της διαμέτρου των κορμών.

3.3.2.2 Επιφάνεια διατομής μάρτυρα

Πίνακας 3 . 18. Υπολογισμός της TCSA της γραμμής Δ του πειράματος του μάρτυρα με βάση την διάμετρο του κορμού στα 30cm πάνω από το έδαφος σε cm², οι μέσοι όροι και οι τυπικές αποκλίσεις τους.

Γραμμή Δ		
Δέντρο	Διάμετρος κορμού (cm)	TCSA (cm ²)
1	25,0	490,6
2	34,0	907,5
3	30,0	706,5
4	22,0	379,9
5	23,0	415,3
6	42,0	1384,7
7	30,0	706,5
8	23,0	415,3
9	19,0	283,4
10	32,0	803,8
Mean	28,0	649,4
SD	6,93	329,8

Πίνακας 3 . 19. Υπολογισμός της TCSA γραμμής E του πειράματος του μάρτυρα με βάση την διάμετρο του κορμού στα 30cm πάνω από το έδαφος σε cm², οι μέσοι όροι και οι τυπικές αποκλίσεις τους.

Γραμμή E		
Δέντρο	Διάμετρος κορμού (cm)	TCSA (cm ²)
1	33,0	854,9
2	31,0	754,4
3	31,0	754,4
4	26,0	530,7
5	34,0	907,5
6	31,0	754,4
7	31,0	754,4
8	24,0	452,2
9	24,0	452,2
10	34,0	907,5
Mean	29,9	712,2
SD	3,84	173,8

Στους παραπάνω δύο πίνακες αναγράφονται η διάμετρος του κάθε δέντρου του μάρτυρα Δ και E σε ύψος 30 cm πάνω από την επιφάνεια του εδάφους και η επιφάνεια διατομής σε cm². Επιπλέον αναφέρονται οι μέση τιμή και η τυπική απόκλιση τόσο της TCSA όσο και της διαμέτρου των κορμών.

3.3.2.3 Επιφάνεια διατομής συνολικά

Πίνακας 3 . 20. Παρουσιάζονται οι επιφάνειες διατομής των πειραματικών δέντρων σε cm², οι μέσοι όροι και οι τυπικές αποκλίσεις

Δέντρα - επικονιαστή	Επιφάνεια διατομής TCSA (cm ²)			
	Πειραματικά		Μάρτυρες	
	A	B	Δ	E
1	615,4	803,8	490,6	854,9
2	1017,4	907,5	907,5	754,4
3	854,9	907,5	706,5	754,4
4	1074,7	379,9	379,9	530,7
5	615,4	803,8	415,3	907,5
6	346,2	961,6	1384,7	754,4
7	907,5	854,9	706,5	754,4
8	1074,7	961,6	415,3	452,2
9	572,3	1133,5	283,4	452,2
10	1194,0	1256,0	803,8	907,5
Mean	827,2	897,0	649,4	712,2
SD	276,2	230,9	329,8	173,8

Στον παραπάνω αποτυπώνεται ότι οι μέσοι όροι των πειραματικών δέντρων των γραμμών A και B ήταν παρόμοιοι με αυξημένη της γραμμής B κατά 8% περίπου, όπως και των γραμμών Δ και E του μάρτυρα με μεγαλύτερη την E κατά 9%.

Οι διαφορές όμως παρατηρούνται αρχικά στο σύνολο των πειραματικών γραμμών A-B έναντι του μάρτυρα Δ-E με τις πρώτες να έχουν αυξημένη επιφάνεια διατομής κατά 26% των δευτέρων, και στην αυξημένη διαφορά της τάξης του 38% της γραμμής B σε σχέση με την Δ, που είχαν την μεγαλύτερη και την μικρότερη τιμή αντίστοιχα.

Στον πειραματικό αγρό εντοπίστηκαν, όπως φαίνεται και στον πίνακα, δέντρα μικρότερης ηλικίας κατά κύριο λόγο στην γραμμή Δ, αλλά και στις A και E. Η γραμμή Δ διέθετε 4 δέντρα που ήταν πιο μικρά από τα άλλα ενώ η A και E είχαν 1 και 2 δέντρα αντίστοιχα.

3.3.3 Παραγωγικότητα

Η παραγωγικότητα όπως αναφέρθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο, καθορίζεται από την ποσότητα της παραγωγής και τον όγκο του δέντρου ή/και την TCSA. Σύμφωνα με τις τιμές της παραγωγής του Πίνακα 3 . 3 και των τιμών του όγκου στον Πίνακα 3 . 15 προκύπτει η παραγωγικότητα ως εξής.

Πίνακας 3 . 21 Η παραγωγικότητα του κάθε δέντρου των γραμμών Α, Β, Δ και Ε σε g καρπού ανά m³ όγκου κόμης, μαζί με τους μέσους όρους και τις τυπικές αποκλίσεις τους.

Παραγωγικότητα (g / m ³)				
Δέντρα απομακρυσμένα από τον επικονιαστή	Πειραματικά		Μάρτυρας	
	A	B	Δ	E
1	106,86	80,00	75,27	56,47
2	66,44	64,40	36,30	39,03
3	56,47	51,70	43,35	34,02
4	55,29	57,93	53,11	43,29
5	50,26	72,51	28,41	32,17
6	81,76	66,12	57,69	40,73
7	66,68	33,30	44,19	27,01
8	73,58	56,84	39,75	35,90
9	74,13	83,65	67,82	49,56
10	61,60	57,42	39,03	40,78
Mean	69,31	62,39	48,49	39,90
SD	16,35	14,60	14,75	8,55

Οι μέσοι όροι της παραγωγικότητας (g/m³) των γραμμών εμφάνιζαν μεγάλες διαφορές μεταξύ τους. Αναλυτικότερα, τα πειραματικά δέντρα είχαν μεγαλύτερη παραγωγικότητα κατά 49% από τα δέντρα του μάρτυρα. Τα δέντρα της γραμμής Α εμφάνισαν υψηλότερη παραγωγικότητα κατά 11% παραπάνω από τα δέντρα της γραμμής Β, ενώ της Δ με την Ε είχαν 22%. Τέλος, οι μέσοι όροι των γραμμών Α και Β ξεπέρασαν τα 55 g/m³, που ήταν η μέση παραγωγικότητα του πειραματικού αγρού, σε αντίθεση με τις δύο γραμμές μάρτυρα.

Εάν η παραγωγικότητα (g/m³) του πειραματικού αγρού χωριστεί σε 5 κατηγορίες με βάση την απόδοση, θα προκύψουν οι εξής κατηγορίες: α) <40 g/m³ πολύ χαμηλή, β) 40-50 g/m³ χαμηλή, γ) 50-60 g/m³ μέτρια, δ) 60-70 g/m³ υψηλή και ε) >70 g/m³ πολύ υψηλή. Προκύπτει σύμφωνα με τον Πίνακα 3 . 21, ότι στον πειραματικό αγρό η πλειοψηφία των δέντρων να έχουν μέτρια και πολύ χαμηλή

παραγωγικότητα. Η υψηλή και πολύ υψηλή παραγωγικότητα βρέθηκε σε ποσοστά 15 και 20% αντίστοιχα, με την γραμμή Ε να μην έχει σε κανένα δέντρο της παραγωγικότητα πάνω από 60 g/m³. Χαμηλή παραγωγικότητα παρατηρήθηκε σε ποσοστό 25%, με τις γραμμές Δ και Ε να έχουν τις περισσότερες τέτοιες τιμές, η γραμμή Α και Β δεν είχαν κανένα δέντρο με παραγωγικότητα χαμηλή. Τέλος, πολύ χαμηλή παραγωγικότητα εντοπίστηκαν στις γραμμές Β, Δ και Ε.

Πίνακας 3 . 22 Η παραγωγικότητα του κάθε δέντρου των γραμμών Α, Β, Δ και Ε σε g καρπού ανά cm² TCSA, μαζί με τους μέσους όρους και τις τυπικές αποκλίσεις τους.

Παραγωγικότητα g / cm ²				
Δέντρα απομακρυσμένα από τον επικονιαστή	Πειραματικά		Μάρτυρας	
	Α	Β	Δ	Ε
1	5,04	3,86	5,10	2,92
2	3,44	3,53	2,64	2,52
3	4,21	3,31	2,55	2,65
4	3,63	6,84	4,21	4,52
5	4,39	3,48	3,61	2,09
6	9,82	2,70	2,02	2,92
7	3,42	2,92	2,97	2,52
8	3,35	2,18	5,30	4,20
9	5,07	3,35	8,82	7,74
10	2,85	2,87	3,23	3,31
Mean	4,52	3,50	4,05	3,54
SD	2,00	1,27	1,99	1,66

Οι μέσοι όροι της παραγωγικότητας (g/cm²) δεν εμφάνιζαν μεγάλες διαφορές μεταξύ τους. Τα πειραματικά δέντρα είχαν μεγαλύτερη παραγωγικότητα ανά cm² κατά 6% από τα δέντρα του μάρτυρα. Συγκεκριμένα, τα δέντρα της γραμμής Α είχαν μεγαλύτερη παραγωγικότητα κατά 29% από την γραμμή Β, και τα δέντρα της γραμμής Δ είχαν παραγωγικότητα μεγαλύτερη κατά 14% από την γραμμή Ε.

Με βάση τον συνολικό μέσο όρο όλων γραμμών η παραγωγικότητα χωρίστηκε σε 3 κατηγορίες για τον πειραματικό αγρό: α) <3 g/cm² χαμηλή, β) 3-5 g/cm² μέτρια και γ) >5 g/cm² υψηλή. Προκύπτει σύμφωνα με τον Πίνακα 3 . 22 ότι η πλειοψηφία των δέντρων (το 43%) είχαν μέτρια παραγωγικότητα. Ενδεικτικό είναι ότι χαμηλή παραγωγικότητα, χαμηλότερη από 3 g/cm², κατείχε το 37% του πειραματικού αγρού, ενώ στην γραμμή Α μόνο ένα δέντρο εντοπίστηκε να κατέχει

χαμηλή παραγωγικότητα. Υψηλή παραγωγικότητα εντοπίστηκε μόνο στο 20% του πειραματικού αγρού, με τις γραμμές Α και Δ να έχουν 3 δέντρα η καθεμία τους υψηλή παραγωγικότητα.

3.4 Παραλλακτικότητα

Η προσέγγιση της παραλλακτικότητας αναλύθηκε με βάση 3 παραμέτρους, το ύψος, την επιφάνεια διατομής και τον όγκο κόμης των μέσων όρων της κάθε γραμμής του πειραματικού αγρού. Μεγαλύτερη έμφαση θα δοθεί για την παράμετρο του όγκου, η οποία είναι πιο χρήσιμο εργαλείο για την μελέτη της παραλλακτικότητας.

Πίνακας 3 . 23 Η παραλλακτικότητα εκφρασμένη επί τις εκατό στον πειραματικό αγρό, για τις παραμέτρους ύψος, TCSA και όγκου κόμης, της κάθε γραμμής ξεχωριστά, καθώς και ο μέσος όρος για την κάθε παράμετρο.

Παράμετρος	Παραλλακτικότητα (%)				
	A	B	Δ	E	Mean
Ύψος	12,04	17,06	12,26	10,47	12,72
TCSA	33,38	25,74	50,79	24,41	33,58
Όγκος	24,01	25,77	26,58	16,76	23,73

Όπως φαίνεται στον παραπάνω πίνακα, το ύψος των δέντρων που χρησιμοποιήθηκαν για το πείραμα εμφάνιζε παραλλακτικότητα από 10-17% και με μέσο όρο όλων των γραμμών στα 13%, όπου θεωρείτε χαμηλή.

Η επιφάνεια διατομής των δέντρων εμφανίζουν υψηλή παραλλακτικότητα, καθώς οι τιμές των μέσων όρων τους είναι πάνω από 30%. Η TCSA έχει μεγαλύτερη διαφοροποίηση σε σχέση με το ύψος και τον όγκο κόμης. Επίσης, αποτυπώνεται στον πίνακα είναι ότι οι γραμμές Β και Ε διέθεταν μέτρια παραλλακτικότητα (μικρότερη του 30%), ενώ οι Α και Δ υψηλή (πάνω από 30%). Σε σχέση με τον μέσο όρο της παραλλακτικότητας όλων των γραμμών, η Α, η Β και η Ε γραμμή ήταν μειωμένες κατά 1%, 30% και 37% αντίστοιχα, ενώ η Δ ήταν αυξημένη κατά 34%. Τα πειραματικά δέντρα είχαν διαφορά στην παραλλακτικότητα τους από την Α στην Β με 33% μειωμένη, ενώ στα δέντρα του μάρτυρα μείωση κατά 50% από την Δ στην Ε. Τέλος, η παραλλακτικότητα με βάση την επιφάνεια διατομής μεταξύ των πειραματικών δέντρων και εκείνα του μάρτυρα ήταν αυξημένη κατά 21%.

Η παραλλακτικότητα των γραμμών, με γνώμονα τον όγκο κόμης, ήταν μέτρια με εξαίρεση την γραμμή Ε που ήταν μικρή. Συγκεκριμένα, οι γραμμές Α, Β και Δ

ήταν υψηλότερες από τον μέσο όρο κατά 1%, 8% και 12% αντίστοιχα, ενώ η γραμμή E ήταν μικρότερη κατά 29%. Τα πειραματικά δέντρα εμφάνισαν συνολική παραλλακτικότητα μεγαλύτερη κατά 15% έναντι του μάρτυρα.

Κεφάλαιο 4^ο : Συζήτηση

4.1 1ο πειραματικό μέρος που αφορά την παραγωγή σε συνάρτηση με την απόσταση από τον επικονιαστή.

Η παραγωγή, των δέντρων αμυγδαλιάς της ποικιλίας Texas, δεν ακολουθούσε μια γραμμική-σταδιακή μείωση με την απόσταση από τον επικονιαστή, αυτό οφείλεται κυρίως στην παρουσία δύο μελισσιών στην 1^η και 6^η σειρά του πειραματικού αγρού, όπου η δεύτερη λειτούργησε σαν ενδιάμεσος κόμβος επικονίασης.

Οι μέλισσες μπορούν να ταξιδέψουν απόσταση πάνω από 1km για την αναζήτηση της τροφής τους, όπως αναφέρουν οι ερευνητές (Klein et al., 2007). Στον πειραματικό αγρό, η τοποθέτηση των μελισσιών σε στρατηγικά σημεία διευκόλυνε την μετακίνηση των μελισσών μεταξύ των σειρών και των δέντρων, εξασφαλίζοντας μια πιο ομοιόμορφη διαδικασία επικονίασης. Έτσι εξηγείται γιατί δεν παρατηρήθηκε μια αναμενόμενη σταδιακή μείωση της παραγωγής κατά την απομάκρυνση από τον επικονιαστή και εμφάνισε μέγιστες αποδόσεις οι 9^η και 10^η σειρά.

Σε αμυγδαλεώνες με αυξημένο αριθμό επικονιαστών ανά μονάδα έκτασης έχει παρατηρηθεί μεγαλύτερη ομοιομορφία και ενίοτε αύξηση παραγωγής, ιδιαίτερα σε περιοχές ή χρονιές με χαμηλή δραστηριότητα επικονιαστών λόγω καιρού (Nyéki et al., 2002). Γενικά συνίσταται η ποσότητα της επικονιάστριας ποικιλίας να καλύπτει το 1/6 με 2/6 των συνολικών δέντρων για καλύτερη καρπόδεση και κατά συνέπεια καλύτερες αποδόσεις (Νάνος, 2019). Ένα ερώτημα που προκύπτει είναι το κατά πόσο θα επηρέαζε την αύξηση της παραγωγής η προσθήκη περισσότερων επικονιαστών. Η βιβλιογραφία δείχνει ότι σε χρονιές όπου κατά την περίοδο της άνθισης επικρατούν δυσμενείς καιρικές συνθήκες, η ύπαρξη περισσότερων επικονιαστών θα μπορούσε να μετριάσει τις απώλειες της παραγωγής (Gradziel, 2011). Στην παρούσα μελέτη υποδεικνύεται ότι η ύπαρξη μελισσιών μπορεί να καλύψει ικανοποιητικά την ανάγκη επικονίασης και στις πιο απομακρυσμένες σειρές από τον επικονιαστή, αλλά και ότι η προσθήκη περισσότερων επικονιαστών θα είχε θετική επίδραση στην απόδοση της συνολικής παραγωγής.

Όπως αναφέρουν οι επιστήμονες η υψηλή παραλλακτικότητα, η οποία μπορεί να οφείλεται σε διαφορές μεγέθους και ηλικίας μεταξύ των δέντρων, καθώς και σε διαφορετικό χρονικό στάδιο άνθισης με ορισμένα δέντρα να ανθίζουν νωρίτερα και

να εκτίθενται σε δυσμενείς καιρικές συνθήκες, μειώνει την συνολική και ομοιόμορφα κατανεμημένη παραγωγή (Nyéki et al., 2002). Στο πειραματικό αγρό παρατηρήθηκε μέτρια παραλλακτικότητα στον όγκο κόμης, ενώ υψηλή παρατηρήθηκε στην επιφάνεια διατομής ανάμεσα στα δέντρα με μέσες τιμές παραλλακτικότητας 24% και 34% αντίστοιχα. Αυτή η τιμή αποτυπώνει το γεγονός ότι τα δέντρα είχαν διαφορές ως προς την ηλικία τους, αλλά και στον τρόπο διαμόρφωσης της κόμης.

Συγκεκριμένα στον πειραματικό αγρό παρατηρούμε ότι οι γραμμές Δ και Ε εμφάνιζαν πτωτική τάση μέχρι την 5^η σειρά, και στην 6^η, όπου είχε τοποθετηθεί το μελίσσι, αύξαναν τις αποδόσεις τους με πτωτική τάση για τις επόμενες δύο σειρές και στις δύο τελευταίες αύξαναν τις αποδόσεις τους ξανά. Το ίδιο περίπου συνέβαινε και στην γραμμή Α, ενώ στην γραμμή Β η μείωση της απόδοσης από τον επικονιαστή γίνεται μέχρι την 8^η σειρά, στις δύο τελευταίες που είναι πιο απομακρυσμένες από τον επικονιαστή αποκτά τις μέγιστες αποδόσεις. Εάν παρατηρήσουμε συνολικά τις γραμμές, θα δούμε ότι από την 1^η σειρά δίπλα στον επικονιαστή έως την 5^η έχουμε μείωση της παραγωγής, στην 6^η που βρίσκεται το μελίσσι αποκτά την αρχική απόδοση της 1^{ης} σειράς, με πτωτική τάση της επόμενες δύο σειρές, και τέλος η 9^η και η 10^η σειρά εμφανίζουν μέγιστες αποδόσεις παρότι είναι οι πιο απομακρυσμένες από τον επικονιαστή. Προκύπτει, λοιπόν, το συμπέρασμα ότι η διαφοροποίηση της παραγωγής σε συνάρτηση με την απόσταση από τον επικονιαστή είχε σχέση με την ηλικία, την διαμόρφωση της κόμης των δέντρων, στην ύπαρξη ενός μόνο επικονιαστή στον αγρό, καθώς και στην ύπαρξη δύο μελισσιών στην 1^η και 6^η σειρά, όπως έχει προαναφερθεί.

4.2 2ο πειραματικό μέρος που αφορά την διαφοροποίηση της παραγωγής σε σχέση με την λίπανση.

Κατά την καρπική περίοδο, δηλαδή από την καρπόδεση έως την συγκομιδή, η αμυγδαλιά έχει συγκεκριμένες ανάγκες σε θρεπτικά στοιχεία, καθώς εκείνη την περίοδο αναπτύσσεται ο καρπός και ωριμάζει το σπέρμα. Η ανάγκη της αμυγδαλιάς σε Άζωτο εντοπίζεται από το στάδιο της άνθισης έως και το στάδιο της καρπόδεσης, και είναι υπεύθυνο για την βλαστική ανάπτυξη, την αύξηση καρπού και της φωτοσύνθεσης (Weinbaum et al., 1994). Το Κάλιο είναι κρίσιμο στοιχείο για την ανάπτυξη του καρπού την περίοδο Απριλίου-Ιουνίου, καθώς είναι υπεύθυνο για τη ρύθμιση της οσμωτικής πίεσης, για τη μεταφορά σακχάρων και θρεπτικών στον καρπό, βελτιώνει το μέγεθος και την ποιότητα, αυξάνει την αντοχή στην ξηρασία

(Brown & Uriu, 1996). Τέλος, ο Φώσφορος είναι σημαντικό στοιχείο για την ριζική ανάπτυξη και συμμετέχει στον ενεργειακό μεταβολισμό και ενισχύει την ανάπτυξη του πυρήνα, την περίοδο Ιουλίου-Αυγούστου.

Η εφαρμογή των λιπασμάτων σε δόσεις, ακόμη και σε ξηρικό αγρό, συνέβαλε στην καλύτερη απορρόφηση, αποφεύγοντας απώλειες στην έκπλυση και επιπροσθέτως διασφαλίζοντας την παρουσία διαθέσιμων στοιχείων σε κρίσιμες χρονικές στιγμές (Martínez-Carrasco et al., 2013). Η χρονική σύμπτωση των εφαρμογών στο πείραμα με τις βροχοπτώσεις μετά το δεύτερο μισό του Μαρτίου αύξησε την αποτελεσματικότητα της λίπανσης, καθώς τα θρεπτικά μεταφέρθηκαν ταχύτερα στη ριζόσφαιρα.

Σύμφωνα με τις μετρήσεις που έγιναν στο πείραμα, έδειξε ότι η εναλλακτική λίπανση βοήθησε την αύξηση της παραγωγής κατά 38% έναντι της βασικής λίπανσης. Συγκεκριμένα, τα δέντρα με την εναλλακτική λίπανση, γραμμή Α και Β, είχαν συνολική παραγωγή 33,2kg και 29,3kg αντίστοιχα, ενώ τα δέντρα του μάρτυρα, γραμμή Δ και Ε, είχαν 22kg και 23,2kg αντίστοιχα. Έτσι η ποσότητα αυτή εκφράζεται σε 17,3kg μεταξύ τους. Ενδεικτικό είναι ότι τα πειραματικά δέντρα κάλυπταν το 58% της συνολικής παραγωγής του πειραματικού αγρού, υποδηλώνοντας ότι η διαφορετική λίπανση βοήθησε στην αύξηση της παραγωγής, καθώς η χορήγηση των τριών βασικών στοιχείων Ν, Ρ και Κ έγιναν τις κρίσιμες περιόδους της αμυγδαλιάς.

Αν και η χορήγηση των θρεπτικών στοιχείων αυτών δεν ήταν ίδιες με αυτές που χρειάζεται ένας αμυγδαλεώνας, φαίνεται να βοήθησε τόσο ώστε να γίνει αντιληπτή η αύξηση της παραγωγής από τον γεωργό. Η ανάλυση που έγινε για τον προσδιορισμό της ποσότητας των θρεπτικών στοιχείων που χορηγήθηκαν στα πειραματικά δέντρα έδειξε ότι το Ν κάλυψε το 82% της ανάγκης χορήγησης του, το Κ το 57% και ο Ρ το 32%. Σε αντίθεση με τα δέντρα του μάρτυρα που κάλυψαν το 15%, 13% και 12% αντίστοιχα.

Η καλύτερη και πιο ακριβής κάλυψη των αναγκών της αμυγδαλιάς, από το διάστημα της ανθοφορίας μέχρι λίγο πριν την συγκομιδή, με ειδικά λιπάσματα σε αντίθεση με την βασική λίπανση ενός μόνου λιπάσματος σημαίνει πιο πολλά και πιο ακριβά λιπάσματα. Το κόστος της εναλλακτικής λίπανσης βρέθηκε να είναι 195% παραπάνω από της βασικής, που αντιστοιχεί οικονομικά σε 1,4 € ανά δέντρο ή 47,6 €

ανά στρέμμα. Ωστόσο, το κέρδος με την εναλλακτική λίπανση υπολογίστηκε παραπάνω κατά 20-25% με την πώληση αμυγδάλου με κέλυφος και 27-30% με την πώληση του αμυγδάλου σε ψίχα. Το παραπάνω κόστος λίπανσης των 47,6 € ανά στρέμμα της εναλλακτικής λίπανσης, έδωσε συνολικό κέρδος μεγαλύτερο από τον μάρτυρα, κατά 43-73 € ανά στρέμμα με κέλυφος και 92-133 € ανά στρέμμα εάν πουληθεί σε ψίχα.

Σημαντικό είναι να αναφερθεί ότι στον πειραματικό αγρό εντοπίστηκε ποικιλία στην παραγωγικότητα. Στα πειραματικά δέντρα η παραγωγικότητα ήταν πάνω από 50 g/m³, εκτός από ένα δέντρο στην γραμμή Β, σε αντίθεση με τα δέντρα του μάρτυρα που πάνω από 50 g/m³ εντοπίστηκαν μόνο 5 δέντρα εκ των οποίων η γραμμή Ε είχε το ένα από αυτά. Επίσης, η παραγωγικότητα εκφρασμένη σε g/cm² TCSA, έδειξε ότι οι γραμμές Α και Δ ξεπέρασαν τα 4g/ cm².

Κεφάλαιο 5ο : Συμπεράσματα

Η παρουσία ενός μόνο επικονιαστή στον πειραματικό αγρό φαίνεται ότι δεν επηρέασε την γραμμική μείωση της παραγωγής όσο απομακρυνόντουσαν από αυτόν. Σε αυτό βοήθησε η παρουσία δύο μελισσιών, που αποτέλεσαν πρόσθετη πηγή επικονίασης, ένα στον επικονιαστή και το άλλο στο μέσο του πειραματικού αγρού (6^η σειρά). Συγκεκριμένα, το δεύτερο μελίσσι απέτρεψε την αναμενόμενη μείωση της παραγωγής στις απομακρυσμένες σειρές.

Η εναλλακτική λίπανση παρουσίασε ευεργετικά αποτελέσματα στην αύξηση της παραγωγής σε σχέση με την βασική. Η εφαρμογή των λιπασμάτων σε δόσεις βοήθησε τα θρεπτικά στοιχεία να υπάρχουν στο έδαφος όλη την διάρκεια της καρπικής περιόδου μέχρι την συγκομιδή. Οι αυξημένες εισροές των στοιχείων αζώτου, φωσφόρου και καλίου αύξησε σημαντικά την παραγωγή κατά 38% και βελτίωσε τα βιομετρικά χαρακτηριστικά των δέντρων σε σχέση με την βασική λίπανση.

Η βελτίωση της βλαστικής ανάπτυξης είχε θετική επίδραση στην ανάπτυξη του όγκου κόμης των δέντρων, με θετικά αποτελέσματα στην παραγωγικότητα των δέντρων. Τα δέντρα του μάρτυρα διέθεταν μικρότερη παραγωγικότητα σε σχέση με τα πειραματικά κατά 33%.

Αν και η εναλλακτική λίπανση είχε μεγαλύτερο κόστος εξόδων λιπασμάτων από αυτή του μάρτυρα κατά 1,4 € ανά δέντρο και 47,6 € ανά στρέμμα, το όφελος της από την πώληση των αμυγδάλων με κέρυφος ήταν 20-25 %, που μεταφράζεται σε 1,3-2,1 € ανά δέντρο ή 21-25 € ανά στρέμμα και με ψίχα 27-30 %, που υπολογίζεται στα 2,6-3,8 € ανά δέντρο ή 92-133 € ανά στρέμμα, αντίστοιχα.

Συμπεραίνουμε, λοιπόν, ότι αν και η παραγωγή δεν επηρεάστηκε σημαντικά με τον επικονιαστή σίγουρα η παρουσία περισσότερων επικονιάστριων ποικιλιών μαζί με την εισροή περισσότερων μελισσιών θα βοηθούσε την αύξηση της παραγωγής. Ωστόσο, η παραγωγή αυξήθηκε με την κάλυψη των αναγκών σε θρεπτικά.

Βιβλιογραφία

Ελληνική:

- Βασιλακάκης Μ., 2016. Γενική και Ειδική Δενδροκομία. Εκδόσεις Άγι - Σάββα Δ. Γαρταγάνη, Θεσσαλονίκη, σελ. 957–978.
- Βασιλακάκης Μ. Δ., & Θεριός Ι. Ν., 1994. Μαθήματα Ειδικής Δενδροκομίας: Φυλλοβόλα Οπωροφόρα Δένδρα. Υπηρεσία Δημοσιευμάτων, Θεσσαλονίκη.
- Βέμμος Στ., 2010. Η καλλιέργεια της βερικοκιάς – Ποιότητα καρπών – Ποικιλίες βερικοκιάς – Εναλλακτικές δενδροκομικές καλλιέργειες (Ροδιά – Καρποφόροι θάμνοι). Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα.
- Θεριός Ι.Ν., & Δημόνη-Θεριού Κ., Ειδική Δενδροκομία: Φυλλοβόλα Οπωροφόρα Δένδρα. Εκδόσεις Γαρταγάνη, Θεσσαλονίκη, σελ. 473–516.
- Κέκε Κ., 2013. Η καλλιέργεια της αμυγδαλιάς στη Ελλάδα. Καλαμάτα, σελ. 9–32.
- Μήτσιος Ι. Κ., 1999. Εδαφολογία (2η έκδ.). Εκδόσεις Zymel, Αθήνα, σελ. 313.
- Μπρουσοβάνας Ν., 1983. Η αμυγδαλιά. ΑΤΕ, Λάρισα.
- Νάνος Γ., 2019. Ειδική Δενδροκομία: Διδακτικές σημειώσεις για το μάθημα Ειδικής Δενδροκομίας. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος.
- Ποντικής Κ., 1997. Γενική Δενδροκομία. Εκδόσεις Α. Σταμούλης, Αθήνα.
- Στυλιανίδης Δ.. 1972. Η καλλιέργεια της αμυγδαλιάς.

Διεθνής:

- Alonso-Segura J.M., Sodal I., & Company R. 2007. Negative inbreeding effects in tree fruit breeding: self-compatibility transmission in almond. Theoretical and Applied Genetics, pp. 151–158.
- Amico V., Barresi V., Condorelli D., Spatafora C., & Tringali C. 2006. Antiproliferative terpenoids from almond hulls (*Prunus dulcis*): identification and structure-activity relationships. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 54, pp. 810–814.
- Brown P.H., & Uriu K. 1996. Almond. Handbook of Plant Nutrition. California University Press, California.
- Felipe A. J., & Socias Company R. 2007. ‘Belona’ and ‘Soleta’ almonds. HortScience, 42, pp. 704–706.
- Galanopoulos K., Mattas K., & Fotopoulos C. 1999. An economic outlook of the treenuts sector in Greece. Options Méditerranéennes, Série A, 37, pp. 37–49.

- Godini A., de Palma L., Palasciano M., & Monaco, R. 1991. Quantificazione dell'efficacia della api sull'allegagione del mandorlo. Frutticoltura.
- Gradziel T.M. 2011. Almond Breeding. In Encyclopedia of Fruit and Nuts. CABI, Wallingford.
- Griel A. E., Eissenstat B., Juturu V., Hsieh G., & Kris-Etherton P.M. 2004. Improved diet quality with peanut consumption. Journal of the American College of Nutrition, 23(6), pp. 660–668.
- Integrated pest management for almonds. 1985. University of California, Division of Agriculture and Natural Resources, Publ. 3308.
- Kester D.E., & Griggs W.H. 1959. Fruit setting in the almond: the effect of cross-pollinating various percentages of flowers. Proceedings of the American Society for Horticultural Science, 74, pp. 206–213.
- Klein A.M., et al. 2007. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. Proceedings of the Royal Society B, 274, pp. 303–313.
- Martínez-Carrasco R., et al. 2013. Fertilization in rainfed almond orchards. Spanish Journal of Agricultural Research, 11(2), pp. 472–481.
- Micke W.C. 1996. Almond Production Manual. University of California, DANR, Publ. 3364.
- Nyéki J., et al. 2002. Pollination and fertilization problems of temperate-zone fruit tree species. Acta Horticulturae, 577, pp. 189–196.
- Nyomora A.M.S., Brown P.H., & Krueger B. 1999. Rate and time of boron application increase almond productivity and tissue boron concentration. HortScience, 34, pp. 242–245.
- Sekliziotis S. 2005. Greece Tree Nuts. Tree Nuts Annual 2005. USDA Foreign Agricultural Service, Gain Report, Global Agriculture Information Network, Gain Report Number: GR5026, pp. 3–13.
- Takeoka G., Dao L., Teranishi R., Wong R., Flessa S., Harden L., & Edwards R. 2000. Identification of three triterpenoids in almond hulls. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 48, pp. 3437–3439.
- Weinbaum S.A., et al. 1994. Leaf potassium accumulation and its effect on yield and fruit quality in almond. Journal of the American Society for Horticultural Science, 119(3), pp. 529–533.

- Wirthensohn M.G., Chin W.L., Franks T.K., Baldock G., Ford C.M., & Sedgley M. 2010. Investigation of flavour compounds from sweet, semi-bitter and bitter almond kernels. *Options Méditerranéennes, Série A94*, pp. 117–122.